

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES BERBASIS HOTS  
UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS  
SISWA MATERI BESARAN DAN SATUAN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:

**Ayuni Liza Putri Hasibuan**

NIM : 1908066006

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2025**

# PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang

E-mail: [ist.walisongo.ac.id](mailto:ist.walisongo.ac.id) Web: <http://ist.walisongo.ac.id>

## PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **Pengembangan Instrumen Tes Berbasis HOTS  
untuk Mengukur Keterampilan Berpikir  
Kritis Siswa Materi Besaran dan Satuan**

Penulis : Ayuni Liza Putri Hasibuan

NIM : 1908066006

Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang akhir oleh Dewan Penguji Fakultas  
Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat  
diterima sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana  
dalam Ilmu Pendidikan Fisika.


Semarang, 20 Juni 2025

## DEWAN PENGUJI


Ketua Sidang,

  
Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd  
NIP. 197602142008011011

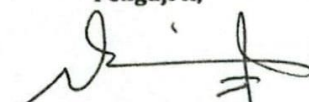
Sekretaris Sidang,

  
Drs. H. Jasuri, M.Si  
NIP. 196710141994031005

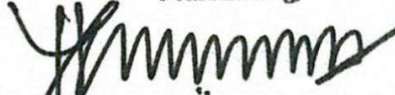
Penguji I,

  
Agus Sudarmono, M.Si  
NIP. 197708232009121001

Penguji II,

  
Edi Daenuri Anwar, M.Si  
NIP. 197907262009121002

Pembimbing,

  
Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
NIP. 197602142008011011

**PERNYATAAN KEASLIAN****PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini:

Nama : Ayuni Liza Putri Hasibuan

NIM : 1908066006

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan keseluruhan adalah hasil/karya saya sendiri,  
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 28 Desember 2024



Ayuni Liza Putri Hasibuan

NIM.1908066006

## NOTA DINAS

## NOTA DINAS

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika  
Fakultas Sains Dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum wr.wb.*

Dengan ini memberitahukan bahwa saya telah melakukan  
bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Instrumen Tes Berbasis HOTS  
Untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis  
Siswa Materi Besaran dan Satuan

Nama : Ayuni Liza Putri Hasibuan


NIM : 1908066006

Prodi : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat  
diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN  
Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang  
munaqosah.

*Wassalamu'alaikum wr.wb.*

Pembimbing



**Dr. Iko Budi Poernomo, M.Pd.**  
NIP. 197602142008011011

**PERSETUJUAN PEMBIMBING****PERSETUJUAN PEMBIMBING**

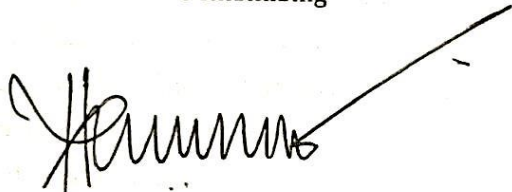
Skripsi ini telah disetujui oleh Pembimbing untuk dilaksanakan ujian munaqosah.

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Pembimbing

  
**Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.**  
NIP. 197602142008011011

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

**Edi Daenuri Anwar, M.Si.**  
NIP. 19790722009121002

## ABSTRAK

Penelitian ini difokuskan untuk menyusun instrumen tes yang berbasis pada *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dengan tujuan mengukur kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi Besaran dan Satuan di SMA Negeri 1 Boja. Jenis penelitian yang digunakan yaitu *Research & Development* (R&D) dengan mengacu pada model pengembangan 4D yang meliputi tahapan *Define, Design, Develop*, dan *Disseminate*, namun pelaksanaannya dibatasi hingga tahap *Develop*. Produk yang dihasilkan pada tahap *development* berupa instrumen pilihan ganda beralasan yang menghasilkan produk akhir 37 butir soal yang baik dari rancangan awal 40 soal. Butir soal dikatakan baik karena telah valid dan reliabel. Hasil reliabilitas yang diperoleh menunjukkan angka 0,888 yang termasuk dalam kategori korelasi tinggi. Sementara itu, berdasarkan analisis tingkat kesukaran butir soal, ditemukan bahwa 26 butir soal berada pada kategori sedang, 4 butir termasuk kategori sukar, dan 7 butir lainnya masuk kategori mudah. Hasil daya beda pada penelitian ini adalah 35,13% mempunyai kriteria sangat baik, 51,35% kriteria baik dan 13,51% kriteria cukup. Hasil pengujian menunjukkan bahwa instrumen tes berbasis HOTS yang dikembangkan layak digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa.

**Kata Kunci:** Pengembangan, Instrumen tes, HOTS, Keterampilan Berpikir Kritis

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umat manusia keluar dari era kegelapan menuju masa yang dipenuhi oleh pengetahuan. Penulisan skripsi ini merupakan bagian dari pemenuhan tugas akademik dan persyaratan kelulusan dalam rangka meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kontribusi dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Edi Deanuri Anwar, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan UIN Walisongo Semarang.
4. Affa Ardhi Saputri, M.Pd, selaku dosen wali yang telah memberikan motivasi dan arahan selama proses perkuliahan.

5. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu Dosen Prodi Pendidikan Fisika yang telah Memberikan ilmu kepada penulis selama perkuliahan.
7. Dr. Susilawati, M.Pd dan Affa Ardhi Saputri, M.Pd., selaku ahli instrument yang memberikan masukan terhadap instrument skripsi.
8. Bapak Adiguna Putra Herwanta, S.Pd selaku guru Fisika SMAN 1 Boja yang telah memberikan izin untuk dilakukannya penelitian skripsi.
9. kepada ayah tercinta Alm. Bana Hasibuan yang telah berjuang agar penulis bisa kuliah, memberikan semangat, memberikan cinta dan kasih sayang yang melimpah walaupun tidak bisa melihat proses penulis sampai akhir dan Ibu penulis Zubaidah Siregar serta Kakak pertama, Zulia Sari Hasibuan dan Suaminya Chiwo Rangkuty. Kakak kedua, Merliana Putri Hasibuan. kedua adikku, Rezki Syahmadani Putra Hasibuan dan Nofianti Dewi Putri Hasibuan yang telah memberikan semangat serta keponakanku Muhammad Tsanie Azlan yang selalu membuat bahagia atas kelucuannya tiap hari sehingga penulis bisa bertahan sampai saat ini.
10. Sahabat terbaik, Frega Ermanjani, yang senantiasa hadir di sisi penulis dalam berbagai situasi, baik dalam



kebahagiaan maupun kesedihan, selalu menghadirkan keceriaan, memberi dorongan semangat, dan menjadi pendengar setia atas segala keluh kesah yang penulis rasakan selama ini.

11. Sahabat penulis yaitu Via Amalia Shaunata dan Mahrunnisa Al Afda yang menemani selama di Semarang dan selalu memberikan semangat serta membantu dalam proses penulisan skripsi ini.
12. Seluruh keluarga besar Pendidikan Fisika A angkatan 2019 yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis, serta memberikan berbagai kenangan, pengalaman, dan pelajaran yang tak ternilai harganya.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, meskipun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semarang, 28 Desember 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ayuni', with a stylized flourish at the end.

Ayuni Liza Putri Hasibuan

## DAFTAR ISI

<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>i</b>
<b>NOTA DINAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah .....	6
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian .....	7
F. Manfaat Penelitian.....	8
G. Asumsi Pengembangan.....	9
H. Spesifikasi Produk .....	9
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>11</b>
A. Kajian Teori.....	11
1. Penilaian dan Instrumen tes .....	11
2. Penyusunan tes .....	18
3. <i>Higher Order Thinking Skill</i> (HOTS).....	20
4. Kemampuan Berpikir Kritis .....	27

5. Besaran dan satuan.....	33
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	63
C. Kerangka Berpikir .....	65
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>67</b>
A. Model Pengembangan .....	67
B. Prosedur Pengembangan.....	67
C. Subjek Penelitian.....	72
D. Teknik Pengumpulan Data .....	73
E. Teknik Analisis Data.....	74
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>78</b>
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	78
B. Uji Coba Produk .....	83
C. Produk Akhir .....	89
D. Keterbatasan Penelitian .....	90
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>91</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>93</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengertian Dimensi Proses Kognitif dalam Revisi Taksonomi Bloom .....	23
Tabel 2.2 Besaran Pokok .....	34
Tabel 2.3 Besaran Turunan .....	35
Tabel 2.4 Lambang Dimensi Besaran Pokok .....	38
Tabel 2.5 Dimensi Besaran Turunan .....	39
Tabel 2.6 Aturan Angka Penting .....	61
Tabel 3.1 Kategori Validitas .....	75
Tabel 3.2 Kriteria Reliabilitas .....	76
Tabel 3.3 Kriteria Daya Pembeda .....	76
Tabel 3.4 Klasifikasi Kesukaran Butir Soal .....	77
Tabel 4.1 Penilaian Instrumen Oleh Validator 1 .....	81
Tabel 4.2 Daftar Soal dari Saran validator 1 .....	82
Tabel 4.3 Hasil Penilaian Oleh Validator 2 .....	82
Tabel 4.4 Daftar Soal dari Saran Validator 2 .....	83
Tabel 4.5 Hasil Reliabilitas Item Soal .....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mistar .....	41
Gambar 2. 2 Rollmeter .....	42
Gambar 2. 3 Jangka Sorong .....	44
Gambar 2. 4 Mikrometer Sekrup .....	46
Gambar 2. 5 Jam Tangan Digital dan Jam Tangan Jarum .....	47
Gambar 2. 6 Stopwatch Jarum dan Stopwatch Digital .....	48
Gambar 2. 7 Neraca Dua Lengan .....	49
Gambar 2. 8 Neraca Ohaus .....	50
Gambar 2. 9 Neraca Lengan Gantung .....	52
Gambar 2. 10 Neraca Digital .....	53
Gambar 2. 11 Amperemeter .....	56
Gambar 2. 12 Termometer .....	58
Gambar 2. 13 Bagan Kerangka Berpikir .....	66
Gambar 3.1 Langkah Penelitian 4D .....	67
Gambar 4. 1 Contoh Pengembangan Soal Berbasis HOTS .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Penunjukan Pembimbing .....	101
Lampiran 2 Lembar Pengesahan Seminar Proposal .....	102
Lampiran 3 Surat Izin Riset .....	103
Lampiran 4 Surat Permohonan Validasi Instrumen .....	104
Lampiran 5 Hasil Wawancara Pra Riset .....	105
Lampiran 6 Kisi-Kisi Instrumen Tes HOTS untuk Mengukur Keterampilan Brpikir Kritis .....	107
Lampiran 7 Lembar Validasi .....	112
Lampiran 8 Draf Awal Instrumen Tes HOTS untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis.....	126
Lampiran 9 Pedoman Penskoran.....	170
Lampiran 10 Kunci Jawaban Soal .....	171
Lampiran 11 Hasil Validasi Ahli Terhadap Produk Instrumen Tes Berbasis HOTS.....	172
Lampiran 12 Analisis Validitas.....	173
Lampiran 13 Analisis Reliabilitas .....	174
Lampiran 14 Analisis Uji Kesukaran .....	175
Lampiran 15 Analisis Uji Daya Beda .....	176
Lampiran 16 Hasil Validitas Item Soal .....	177
Lampiran 17 Hasil Uji Kesukaran .....	178
Lampiran 18 Hasil Uji Daya Beda.....	179
Lampiran 19 Draf Akhir Instrumen Tes Berbssis HOTS .....	180
Lampiran 20 Dokumentasi.....	220
Lampiran 21 Riwayat Hidup .....	221

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Persaingan sumber daya manusia (SDM) yang semakin ketat akibat perkembangan zaman menjadikan peningkatan standar pendidikan sebagai hal yang sangat penting (Desiriah & Setyarsih, 2021). Dalam budaya yang dinamis di mana tuntutan kemampuan manusia terus berkembang, pendidikan merupakan aspek integral kehidupan manusia. Sejalan dengan perkembangan menuju era digital, pendidikan dibentuk untuk menjadi lebih kompetitif, lebih berkualitas, dan lebih bermutu (Suratman et al., 2019). Sistem pendidikan yang bermutu diperlukan untuk membantu siswa meningkatkan keterampilan dan kapasitas mereka sebagai sarana mengatasi masalah kehidupan di dunia global, terutama dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat dalam skala dunia (Damanik & Irfandi, 2021). Lembaga pendidikan di abad ke-21 menghadapi tantangan untuk mencetak sumber daya manusia yang mampu berpikir secara kritis, kreatif, bekerja sama, dan berkomunikasi secara efektif, serta menguasai kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dikenal dengan istilah *Higher Order Thinking Skills* (HOTS)

(Hadayani et al., 2020).

Tugas pendidik adalah melatih siswa untuk berpikir kritis, menganalisis situasi, dan memecahkan masalah. Berpikir kritis, penalaran, refleksi, kreativitas, dan metakognisi merupakan contoh dari *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Kemampuan tersebut akan berkembang ketika seseorang menghadapi masalah yang sulit atau keadaan yang tidak terduga. Menurut penelitian oleh (Bakhtiar et al., 2023) terdapat korelasi antara keterampilan berpikir kritis siswa dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Semakin mampu peserta didik memenuhi indikator HOTS, maka semakin tinggi pula kemampuan berpikir kritis yang dimilikinya. Dengan kata lain, pemenuhan indikator HOTS akan berbanding lurus dengan peningkatan indikator berpikir kritis pada peserta didik.

Kemampuan berpikir kritis sangat penting di kelas. Berpikir kritis bukanlah keterampilan yang dimiliki semua orang. Pembelajaran berpikir kritis sejak dini penting dilakukan karena siswa yang menguasai keterampilan ini umumnya lebih mudah memahami serta menyelesaikan masalah, dan cenderung meraih hasil yang lebih baik dalam ujian maupun tes (Ariadila et al., 2023).



Penilaian merupakan cara yang digunakan dalam mengukur keterampilan peserta didik. Salah satu bentuk penilaian adalah berupa tes yang mencakup item-item yang mengasah keterampilan siswa dalam keterampilan berpikir. Tingkat kemampuan berpikir menurut Anderson dibagi menjadi 2 tingkatan yaitu tingkat rendah meliputi (C1) ingatan, (C2) pemahaman, dan (C3) penerapan, dan tingkat tinggi yang mencakup (C4) analisis, (C5) evaluasi, dan (C6) penciptaan atau kreativitas (Purnasari et al., 2021).

Hasil dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) yang diselenggarakan oleh OECD pada tahun 2018, skor literasi sains siswa Indonesia tercatat sebesar 396 dan menempatkan Indonesia pada posisi ke-74 dari total 79 negara. Sebagian besar siswa di Indonesia hanya mampu menguasai materi hingga level 3 dari total 6 level yang tersedia. Sementara itu, siswa di negara-negara maju dan berkembang umumnya telah mencapai penguasaan hingga level 4, 5, bahkan 6 (Wisnu Antara et al., 2021).

Sistem pendidikan di Indonesia cenderung masih berfokus pada penguasaan konsep dan prinsip melalui metode menghafal. Hasil survei dari TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science*

*Study*) mengungkapkan bahwa di lingkungan sekolah, butir soal yang dipaparkan dalam pembelajaran kepada peserta didik umumnya hanya menguji daya ingat, tanpa banyak mendorong pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Akibatnya, kemampuan berpikir ilmiah di kalangan pelajar Indonesia masih sangat rendah. Kurangnya latihan menjawab soal-soal *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) menjadi salah satu penyebabnya, padahal jenis soal tersebut memiliki peran yang penting dalam menstimulasi dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. (Fina Faizah et al., 2022).

Hasil wawancara dengan guru Fisika SMA Negeri 1 Boja, ditemukan bahwa dalam proses penyusunan soal, guru belum sepenuhnya mengintegrasikan pendekatan soal berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Sebagian besar soal yang diberikan masih didominasi oleh penilaian pada level kognitif dasar seperti mengingat, memahami, dan menerapkan. Meskipun kemampuan ini penting guna menstimulasi keterampilan berpikir kritis peserta didik, kondisi tersebut membuat anak-anak kurang terbiasa menghadapi soal yang mengharuskan penerapan keterampilan berpikir kompleks. Siswa diharapkan mampu berpikir kritis dan kreatif di dunia

modern. Pernyataan ini sejalan dengan temuan Hanifah (2019) yang menegaskan bahwa pengembangan dan penerapan HOTS dalam kegiatan pembelajaran memiliki peran penting. Siswa yang mampu berpikir secara mendalam selama kegiatan pembelajaran akan lebih siap dalam menyelesaikan persoalan secara akurat dan penuh percaya diri. Proses pembelajaran yang menekankan pengembangan keterampilan berpikir tingkat lanjut memiliki dampak signifikan terhadap kualitas pendidikan. Namun, tantangan yang dihadapi adalah keterbatasan instrumen evaluasi berbasis HOTS yang mampu secara optimal mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, pengembangan instrumen tes HOTS dalam pembelajaran fisika menjadi kebutuhan yang mendesak.

Biasanya pada materi besaran dan satuan guru menggunakan soal-soal yang hanya mencakup penilaian kognitif saja. Materi mengenai besaran dan satuan memiliki hubungan yang signifikan dengan konsep pengukuran yang sering diterapkan dalam aktivitas sehari-hari. Melalui kegiatan pembelajaran interaktif, penyajian materi ini bertujuan untuk memfasilitasi peserta didik dalam memperkuat serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Kemampuan siswa dalam menerapkan kemampuan berpikir kritis mereka pada materi selanjutnya merupakan tujuan dari proses pembelajaran ini.

Peneliti bermaksud melaksanakan sebuah studi dengan judul *"Pengembangan Instrumen Tes Berbasis HOTS untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Materi Besaran dan Satuan"*

## **B. Identifikasi Masalah**

Merujuk pada penjelasan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama sebagai berikut:

1. Soal-soal yang diberikan kepada siswa hanya mencapai level mengingat, memahami dan menerapkan.
2. Siswa memiliki keterampilan berpikir kritis yang belum terbiasa dalam menyelesaikan butir soal berbasis HOTS.
3. Masih terbatasnya ketersediaan instrumen evaluasi berbasis HOTS yang efektif dalam menilai kemampuan berpikir kritis peserta didik.

## **C. Batasan Masalah**

Penelitian ini menerapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada siswa kelas X di lingkungan SMA Negeri 1 Boja.

2. Materi yang diujikan adalah materi besaran dan satuan.
3. Instrumen yang dikembangkan merupakan tes berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) yang ditujukan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa.
4. Penelitian ini mengembangkan tes pilihan ganda yang beralasan.
5. Pengembangan instrumen difokuskan pada tes kognitif khusus untuk bidang studi Fisika.

#### **D. Rumusan Masalah**

Merujuk pada pemaparan latar belakang yang telah disampaikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan instrumen tes berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa pada materi besaran dan satuan?
2. Bagaimana kelayakan instrumen tes berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa pada materi besaran dan satuan?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Merujuk pada pokok persoalan yang telah diidentifikasi, arah utama dari penelitian ini ditujukan untuk mencapai hal-hal berikut:

1. Mengetahui proses pengembangan instrumen tes berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa pada materi besaran dan satuan.
2. Mengetahui kelayakan instrumen tes berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa pada materi besaran dan satuan.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Mengacu pada sasaran yang hendak dicapai melalui penelitian ini, maka signifikansi penelitian ini tercermin dalam manfaat-manfaat berikut:

1. Bagi Guru
  - a. Soal-soal berbasis HOTS dapat dimanfaatkan oleh guru untuk mengevaluasi kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.
  - b. Instrumen HOTS dapat diterapkan oleh guru dalam proses pembelajaran.
  - c. Dengan menggunakan instrumen HOTS, guru dapat mengidentifikasi aspek kognitif siswa.
  - d. Instrumen HOTS dapat mendorong guru dalam merancang soal-soal yang mengandung unsur berpikir tingkat tinggi.
  - e. Guru dapat menggunakan instrumen tes ini dalam melakukan evaluasi terhadap proses pembelajaran dan pencapaian kompetensi

siswa.

2. Bagi Siswa

- a. Instrumen HOTS dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- b. Instrumen tes yang dirancang dapat membantu peserta didik mengasah kemampuan dalam menyelesaikan soal berbasis HOTS.

3. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan studi lanjutan di bidang yang relevan di masa mendatang dan diharapkan dapat menjadi media untuk mendapatkan wawasan lebih dalam tentang pengembangan perangkat praktis sebagai bekal untuk menjadi instruktur yang inventif dan kreatif.

**G. Asumsi Pengembangan**

1. Instrumen yang disusun mencakup tingkat kognitif C4, C5, dan C6.
2. Tes yang dirancang mampu mengevaluasi kemampuan berpikir kritis siswa.
3. Guru dapat menggunakan instrumen ini sebagai alat evaluasi untuk menilai proses pembelajaran.

**H. Spesifikasi Produk**

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini

berupa tes berbasis HOTS dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Instrumen disusun dalam bentuk soal pilihan ganda disertai alasan terbuka, yang dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi pada level kognitif C4, C5, dan C6.
2. Instrumen ini berfungsi untuk menilai keterampilan berpikir kritis siswa pada materi besaran dan satuan di kelas X SMA/MA.
3. Soal-soal disajikan dalam bentuk teks disertai gambar guna membantu siswa memahami dan menafsirkan maksud dari pertanyaan yang diberikan.
4. Penilaian dalam penelitian ini didasarkan pada jumlah jawaban yang benar, bukan dari total skor yang diperoleh siswa.
5. Instrumen yang disusun mencakup kisi-kisi, kartu soal, kunci jawaban, dan pedoman penskoran untuk memudahkan pelaksanaan evaluasi.



## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Penilaian dan Instrumen tes**

Proses pembelajaran yang melibatkan pengumpulan berbagai informasi melalui berbagai metode dikenal sebagai penilaian. Dengan menggunakan pedoman dan definisi yang ditetapkan oleh para spesialis, temuan penilaian digunakan untuk memastikan apakah siswa memiliki kualitas atau kepribadian tertentu (Farida, 2017). Sebagian besar guru di Indonesia cenderung menganggap bahwa evaluasi cukup dilakukan setelah kegiatan pembelajaran selesai, dan mereka hanya mengetahui penilaian dilakukan melalui tes. Guru masih mengalami kesulitan dalam melakukan penilaian kualitatif yang memuat informasi mengenai kelebihan dan kekurangan siswa, karena kebiasaan yang sudah terbentuk adalah melakukan penilaian secara kuantitatif melalui pemberian nilai angka semata.

Guru-guru di Indonesia sering menggunakan tes untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi pelajaran, namun mereka biasanya hanya menilai kemampuan berpikir kognitif dasar. Peserta

didik pada umumnya kesulitan menyelesaikan soal tes pada tingkat analisis dan sintesis sebagai akibat pelaksanaan pembelajaran yang kurang berkualitas. Kelemahan lain dari pelaksanaan penilaian yang hanya menggunakan tes adalah ketidakmampuan kegiatan penilaian dalam mengungkap kompetensi peserta didik secara utuh. Guru juga perlu melakukan evaluasi terhadap proses pembelajaran untuk mengetahui seberapa efektif program pembelajaran tersebut, memberikan umpan balik kepada siswa, dan melakukan perbaikan terhadap program pembelajaran (Sani, 2016).

Instrumen merupakan sarana yang digunakan untuk menilai sejauh mana kompetensi telah dicapai. Lebih jauh lagi, instrumen dapat dilihat sebagai alat bantu dalam pengumpulan informasi agar proses pembelajaran menjadi lebih terorganisir dan mudah dipahami. (Nurfillaili et al., 2016).

Dalam dunia pendidikan, instrumen dibedakan menjadi dua kategori, yaitu instrumen tes dan instrumen non-tes. Keduanya umumnya dimanfaatkan untuk menilai pencapaian belajar siswa, prestasi akademik, serta efektivitas dari proses pembelajaran yang telah berlangsung.

## 1.1 Instrumen tes

Tes adalah serangkaian pertanyaan, tugas, atau instrumen tertentu yang dimaksudkan untuk menilai bakat, pengetahuan, pemahaman, keterampilan, dan potensi seseorang atau sekelompok orang. Tes dapat diklasifikasikan menjadi tiga bentuk, yaitu tes tertulis, tes lisan, dan tes praktik. Untuk tes tertulis sendiri, terdapat dua bentuk utama, yaitu tes objektif dan tes uraian (esai).

### a. Tes bentuk uraian

Tes bentuk uraian adalah jenis tes di mana penerima tes diminta untuk memberikan jawaban-jawaban berbentuk uraian, dapat dilakukan secara bebas atau secara terbatas. Bebas dalam hal ini merujuk pada kemampuan peserta didik untuk menyusun, mengatur, dan merumuskan jawaban dengan kata-kata mereka sendiri, yang sekaligus dapat menggambarkan kecakapan mereka dalam berpikir tingkat tinggi (Rahman & Nasryah, 2019).

### b. Tes bentuk objektif

Tes objektif adalah bentuk evaluasi

hasil belajar yang terdiri atas sejumlah pertanyaan, di mana peserta didik diminta memilih satu atau beberapa jawaban yang disediakan untuk setiap butir soal. Tes bentuk objektif terdiri dari pilihan ganda (*multiple choice*), menjodohkan (*matching*), melengkapi (*completion test*), dan pilihan benar-salah (*true false*).

#### 1) Tes melengkapi

Tes melengkapi merupakan salah satu instrumen evaluasi yang dipakai untuk menilai tingkat pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran atau konsep tertentu dengan cara melengkapi bagian yang kosong dari suatu kalimat, paragraf, atau rangkaian informasi.

#### 2) Tes Pilihan ganda

Tes objektif yang dikenal sebagai tes pilihan ganda memiliki banyak kemungkinan jawaban untuk setiap pertanyaan, tetapi hanya satu di antaranya yang benar atau paling tepat (Rahman & Nasryah, 2019)

### 3) Tes menjodohkan

Tes menjodohkan cenderung memiliki tingkat kesulitan yang lebih rendah karena jawabannya sudah disediakan, dengan pilihan yang tidak terlalu banyak. Agar lebih efektif, disarankan untuk membuat pertanyaan yang serupa sehingga dapat mengurangi jawaban yang ditebak-tebak (Komarudin & Sarkadi, 2017)

### 4) Tes benar-salah

Tes benar-salah merupakan jenis tes dimana siswa diberikan pernyataan yang harus mereka jawab dengan “benar” atau “salah”. Siswa diminta untuk memilih satu jawaban yang tepat. Tes benar-salah harus dirancang dengan jelas, di mana pernyataan yang benar benar-benar akurat, dan pernyataan yang salah harus sepenuhnya salah. Soal tidak boleh dibuat dengan pernyataan yang berada di antara benar dan salah (Komarudin & Sarkadi, 2017)

## 1.2 Instrumen non tes

Terdapat beberapa teknik non tes, meliputi kuesioner (*questionarie*), wawancara (*interview*), pengamatan (*observation*), daftar cocok (*check list*), skala dan sosiometri.

### a. Kuesioner

Daftar pertanyaan yang ingin dijawab oleh responden disebut kuesioner. Pada kuesioner tertutup, pilihan jawaban telah disediakan sebelumnya sehingga responden cukup memilih jawaban yang paling relevan. Sebaliknya, kuesioner terbuka memungkinkan responden untuk bebas mengungkapkan pikiran atau tanggapan mereka (Rahman & Nasryah, 2019).

### b. Daftar cocok (checklist)

Checklist merupakan cara yang paling sederhana dalam mengobservasi perilaku peserta didik melalui penskoran. Peserta didik akan dapat skor (centang) jika ia menunjukkan sikap sesuai daftar checklist (Sani, 2016).

### c. Wawancara

Interaksi langsung atau diskusi

digunakan dalam wawancara sebagai sarana pengumpulan data dan informasi. Kelebihan dari teknik wawancara dalam menilai hasil dan proses belajar siswa adalah kemampuannya untuk mendapatkan jawaban yang lebih mendalam dan memungkinkan interaksi langsung antara pewawancara dengan guru atau siswa (Saputro, 2018).

d. Observasi

Observasi merupakan metode penilaian yang melibatkan pencatatan terhadap perilaku atau kejadian yang terjadi pada objek tertentu. Teknik ini dilaksanakan dengan memanfaatkan instrumen yang telah disusun sebelumnya, disesuaikan dengan jenis perilaku serta situasi yang menjadi objek pengamatan (Sani, 2016).

e. Sosiometri

Sosiometri merupakan suatu instrumen yang dirancang untuk menilai kemampuan peserta didik dalam menjalin hubungan sosial, serta mengidentifikasi sejauh mana mereka mampu berinteraksi

dan menyesuaikan diri secara efektif dalam lingkungan sosialnya. Alat ini memberikan gambaran mengenai posisi sosial masing-masing individu dalam kelompok, sehingga dapat digunakan untuk memahami dinamika sosial yang terjadi di dalam kelas atau lingkungan pendidikan secara lebih mendalam (Saputro, 2018).

f. Skala

Skala adalah instrumen yang digunakan untuk menyatakan nilai dalam bentuk angka berdasarkan kriteria atau pertimbangan tertentu (Saputro, 2018).

## **2. Penyusunan tes**

Ada beberapa syarat-syarat yang baik sebelum menyusun tes seperti berikut:

a. Tes harus benar dan sesuai (valid)

Tes yang tepat adalah tes yang sesuai dengan tujuan instruksional dan efektif dalam mengukur aspek yang dimaksud. Penyusunan tes harus didasarkan pada kurikulum yang berlaku, dan isi tes harus benar-benar mengukur materi yang telah diajarkan kepada siswa, serta menghindari pengujian materi yang belum dipelajari.



b. Tes harus dapat diandalkan (reliable)

Tes harus reliabel, yang berarti tes tersebut harus konsisten dan akurat dalam penilaiannya.

c. Tes objektif

Tes dikatakan objektif jika hasilnya dapat dinilai secara objektif, dengan menghindari unsur subjektivitas penilai. Kunci jawaban harus disusun dengan jelas dan tegas, sementara kriteria penilaian harus disepakati bersama saat penyusunan soal.

d. Menggambarkan perilaku siswa

Tes yang dipersiapkan harus dapat secara akurat mencerminkan bakat siswa dan tingkat penguasaan materi pelajaran.

e. Tes bersifat menyeluruh

Tes harus mampu menguji kemampuan siswa secara menyeluruh, termasuk pemahaman dan analisis. Banyak peristiwa yang harus dipecahkan, ditafsirkan, dan dianalisis oleh peserta didik karena tidak semua materi berbentuk hafalan.

f. Tes memiliki daya pembeda

Saat merancang tes, sebaiknya dimulai dengan soal yang mudah, dilanjutkan dengan soal yang tingkat kesulitannya sedang, dan diakhiri dengan soal yang lebih sulit. Tes semacam ini dapat

memberikan gambaran tentang kemampuan siswa, apakah mereka cerdas, kurang cerdas, cepat memahami materi, atau kurang bersemangat dalam belajar. Tes yang disusun dengan cara ini mampu membedakan tingkat kemampuan peserta tes (Komarudin & Sarkadi, 2017).

### **3. *Higher Other Thinking Skill (HOTS)***

*Higher Order Thinking Skills (HOTS)* adalah proses berpikir kognitif yang lebih tinggi dimana siswa menggunakan berbagai strategi pemecahan masalah, berpikir kritis, menarik kesimpulan, dan mengambil keputusan (Herman et al., 2022). Keterampilan berpikir tingkat tinggi mencakup kemampuan kognitif yang kompleks, seperti melakukan penilaian secara kritis terhadap suatu situasi, menemukan alternative atau ide-ide baru, serta menerapkan solusi yang relevan dalam upaya menyelesaikan berbagai permasalahan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari. Keseluruhan proses tersebut merupakan representasi dari keterampilan dan kemampuan yang termasuk dalam kategori *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* (Hanik et al., 2020).

Menurut Anderson & Krathwohl, kemampuan berpikir tingkat tinggi terdiri dari:

- a. Kemampuan analisis, yang mencakup kemampuan untuk membedakan sebab-akibat dalam suatu masalah dan mengidentifikasi sebuah pernyataan;
- b. Kemampuan evaluasi, yang meliputi kemampuan untuk membuat hipotesis dan melakukan pengujian;
- c. Kemampuan kreasi, seperti merancang eksperimen dasar untuk mengatasi masalah (Winari & Masturi, 2023).

Kurangnya kemampuan peserta didik dalam berpikir logis dan rasional juga tercermin pada hasil tes internasional yang diadakan oleh PISA dan TIMSS. Soal yang digunakan dalam tes yang diselenggarakan oleh TIMSS dan PISA masuk dalam kriteria soal HOTS. Kemampuan berpikir kritis, logis, metakognitif, reflektif, dan kreatif siswa dapat ditingkatkan dengan menjawab pertanyaan HOTS, yang menuntut mereka berpikir pada tingkat analisis, evaluasi, dan produksi.

Ada tiga prinsip utama dalam penilaian HOTS, yaitu:

- a. Pemberian stimulus berupa teks atau bentuk lainnya.
- b. Menyajikan masalah baru yang belum dibahas di kelas.

- c. Memberikan soal dengan tingkat kognitif yang beragam dan berbagai tingkat kesulitan.

Dalam konteks penilaian, soal HOTS dapat diterapkan untuk menilai aspek-aspek berikut.

- a. Kemampuan memahami konsep dengan baik.
- b. Penggabungan dan pemrosesan data.
- c. Menemukan hubungan antara informasi yang telah diperoleh.
- d. Pemanfaatan informasi untuk memecahkan masalah (*problem solving*).
- e. Kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru berdasarkan informasi yang tersedia.

Dengan demikian, penerapan instrumen penilaian HOTS dapat memperdalam pemahaman peserta didik terhadap materi serta mempermudah guru dalam menilai proses pembelajaran (Desiriah & Setyarsih, 2021).

Taksonomi Bloom adalah acuan utama dalam merancang dan mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam konteks pembelajaran. Revisi oleh Anderson & Kharhwohl (2001) mengklasifikasikan hasil belajar ke dalam enam kategori kognitif, yaitu: a. mengingat, b. memahami, c. menerapkan, d. Menganalisis, e. Evaluasi, dan f. Mencipta. Dalam ranah kognitif menurut Taksonomi

Bloom, keterampilan berpikir tingkat tinggi terdiri atas tiga aspek utama yang mencerminkan proses berpikir kompleks. Ketiga aspek tersebut mencakup: Menganalisis (C4), Mengevaluasi (C5), serta Mencipta (C6) (M. P. Sari & Masturi, 2023).

Berikut ini disajikan penjelasan secara rinci mengenai definisi masing-masing dimensi dalam proses kognitif menurut Taksonomi Bloom yang telah mengalami revisi oleh Anderson dan Krathwohl, sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait setiap kategori berpikir dalam ranah kognitif.

Tabel 2.1 Pengertian Dimensi Proses Kognitif dalam Revisi Taksonomi Bloom

Aspek	Taksonomi	Pengertian
C1	Mengingat	Mengambil kembali pengetahuan dari memori dengan mengingat definisi, fakta, daftar, atau dengan menghafal informasi yang sebelumnya dipelajari.
C2	Memahami	Menginterpretasikan makna dari berbagai jenis komunikasi, baik itu verbal maupun tertulis.
C3	Menerapkan	Menerapkan teknik yang terkait dengan konten yang dipelajari, kemudian memanfaatkannya dalam produk akhir seperti simulasi, presentasi, wawancara, dan

		model.
C4	Menganalisis	Membagi informasi atau ide menjadi potongan-potongan yang dapat dikelola dan memahami bagaimana masing-masing berhubungan dengan struktur atau tujuan yang lebih luas atau bagaimana mereka saling terhubung.
C5	Mengevaluasi	Menggunakan pemeriksaan dan analisis yang cermat untuk mengevaluasi menggunakan standar dan kriteria.
C6	Mencipta	Menggabungkan komponen-komponen untuk menciptakan keseluruhan yang kohesif dan berguna dengan menempatkannya dalam pola atau struktur yang baru dan kreatif.

(Listiani & Rachmawati, 2022)

Instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi (HOTS) memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:

a. Mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi

Kemampuan memecahkan masalah, berdebat, dan membuat keputusan merupakan contoh kemampuan kognitif tingkat tinggi. Kemampuan ini dapat ditingkatkan melalui instruksi yang memberikan siswa kesempatan untuk berpartisipasi aktif dalam berbagai kegiatan yang

memungkinkan mereka mengeksplorasi pengetahuan. Aktivitas pembelajaran ini dirancang untuk mendorong siswa dalam mengasah kreativitas dan keterampilan berpikir kritis.

b. Bersifat divergen

Divergen berarti bahwa siswa dapat memberikan jawaban yang beragam berdasarkan cara berpikir dan perspektif mereka masing-masing. Ini disebabkan karena penilaian HOTS berfokus pada proses berpikir analitis, kritis, dan kreatif, yang setiap individu dapat melakukannya dengan cara yang berbeda. Karena sifatnya yang demikian, instrumen penilaian HOTS lebih efektif jika menggunakan tugas atau soal terbuka yang memberi kebebasan lebih bagi siswa.

c. Menggunakan multirepresentasi

Instrumen penilaian HOTS umumnya tidak memberikan jawaban secara langsung, melainkan mendorong siswa untuk mengidentifikasi dan menyusun informasi yang tersembunyi secara mandiri. Siswa diharuskan untuk berpikir secara kritis dalam memilih dan menyaring informasi yang relevan. Oleh karena itu, berbagai representasi harus digunakan dalam alat evaluasi

HOTS, termasuk matematika (angka, rumus, persamaan), simbolik (ikon, simbol, isyarat), visual (gambar, grafik, tabel, atau film), dan verbal (bahasa atau kalimat).

d. Berbasis permasalahan kontekstual

Tujuan dari soal HOTS adalah untuk mensimulasikan skenario dunia nyata di mana siswa harus menggunakan pengetahuan yang telah mereka peroleh untuk memecahkan kesulitan. Agar dapat mengatasi masalah secara efektif, proses ini mengharuskan siswa untuk menghubungkan, memahami, dan mengintegrasikan pengetahuan dalam konteks yang lebih luas.

e. Menggunakan bentuk soal beragam

Tes HOTS, seperti yang digunakan dalam penilaian PISA, mencakup berbagai jenis soal untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kemampuan siswa. Jenis soal yang bervariasi ini dapat memberikan informasi yang lebih lengkap mengenai kemampuan siswa dalam menghadapi situasi nyata. Penilaian ini juga penting untuk memastikan objektivitas dan transparansi dalam proses evaluasi (Wiwik Setiati Oktavia Asmira,



2020).

#### **4. Kemampuan Berpikir Kritis**

Pengetahuan dihasilkan oleh aktivitas mental berpikir. Berpikir dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori berdasarkan cara kerjanya: berpikir tingkat tinggi (kompleks) dan berpikir fundamental (rasional). Mengingat, menggambarkan, mengelompokkan, menggeneralisasi, membandingkan, menilai, mensintesis, membuat kesimpulan, dan menyimpulkan semuanya merupakan fase berpikir dasar. Empat komponen utama pemikiran kompleks adalah pemecahan masalah, pengambilan keputusan, pemikiran kritis, dan pemikiran kreatif (Ardiyanti, 2016).

Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan seseorang untuk menganalisis suatu masalah melalui cara yang komprehensif, kemudian menginterpretasikan informasi, dan mengolah informasi tersebut dengan mempertimbangkan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya. Dengan demikian, individu dapat menarik kesimpulan yang tepat dan valid, yang menjadi dasar bagi pengambilan keputusan dalam menyelesaikan masalah (Khasanah & Ayu, 2017).

Kemampuan berpikir kritis bukan hanya soal kemampuan siswa dalam memecahkan masalah atau menjawab pertanyaan. Dalam Al-Qur'an, berpikir sangat ditekankan sebagai hal yang penting bagi kehidupan manusia, dengan banyak ayat yang mendorong umat manusia untuk menggunakan akal dan berpikir dengan bijaksana (ulul albab) (Fikri & Munfarida, 2023). Sebagaimana dalam Firman Allah dalam Qur'an Surah Ali-Imran Ayat 190-191.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

*Artinya: "sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal."*

*"(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa nereka."*  
(Q.S. Ali-Imran: 190-191)

Buya Hamka dalam tafsir Al-Azhar jilid II (dalam Yolanza & Mardianto, 2022) mengungkapkan

bahwa, kita menggunakan akal pikiran kita untuk merenungkan ciptaan alam, langit serta bumi secara mendalam. Melalui pengamatan yang cermat dan kesadaran penuh, kita dapat memahami bahwa sesuatu di alam semesta ini merupakan tanda-tanda kebesaran dan kekuasaan Allah yang patut kita renungkan dan syukuri. Mereka yang mampu melihat kebesaran Allah melalui ilmu pengetahuan, baik itu dalam bidang ilmu alam, astronomi, botani, filsafat, puisi, maupun seni, akan terpesona dengan keindahan struktur alam yang luar biasa. Pada akhirnya, mereka akan menarik kesimpulan bahwa baik eksistensi diri manusia maupun keseluruhan alam semesta tidak memiliki makna yang sebenarnya jika dipandang secara terpisah dari sumber keberadaan yang hakiki, yang sejati hanyalah keberadaan Allah. Pemikiran ini muncul karena kita sebagai manusia diberikan akal dan pikiran yang membawa kita pada pemahaman, sebagaimana benih yang ditanam akan menghasilkan buah dari pemikiran itu.

Pandangan Al-Marraghi tentang surah Ali-Imran ayat 190-191 merupakan dasar penting yang menegaskan hubungan erat antara pemikir rasional dan keimanan. Ayat ini menunjukkan bahwa penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam

dan siang merupakan tanda –tanda kebesaran Allah yang hanya dapat dipahami oleh *ulul albab*, yaitu orang-orang yang menggunakan akalanya secara mendalam. Tafsir Al-Marraghi menjelaskan bahwa Allah mendorong manusia untuk berpikir dan merenungi keteraturan alam semesta agar dapat sampai pada kesadaran akan keberadaan dan keesaan-Nya. Selain itu, orang-orang berakal disebut senantiasa mengingat Allah dalam segala keadaan dan merenungi ciptaan-Nya, sehingga mereka menyimpulkan bahwa alam ini tidak diciptakan dengan sia-sia. Dengan demikian, ayat ini memberikan landasan teoritis bahwa berpikir kritis dalam Islam bukan hanya dibolehkan tetapi juga merupakan bagian integral dari keimanan. Oleh karena itu, proses berpikir dan perenungan terhadap fenomena alam perlu diarahkan pada peningkatan kualitas spiritual dan pemahaman terhadap nilai-nilai ketuhanan. dengan demikian, ayat ini dapat dijadikan sebagai landasan dalam pengembangan pembelajaran yang mendorong keterampilan berpikir kritis siswa (Sofia, 2021).

Guru harus menggunakan model pembelajaran yang efektif dan mampu meningkatkan motivasi belajar sekaligus mengembangkan

kemampuan berpikir kritis peserta didik agar dapat memenuhi tujuan pembelajaran. Akibatnya, siswa akan mampu memecahkan masalah yang muncul selama proses pembelajaran dengan lebih berhasil. Kemampuan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui strategi pembelajaran yang berpusat pada siswa.

Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis dapat terinspirasi untuk mengajukan ide atau konsep baru yang berkaitan dengan masalah yang mereka hadapi. Kemampuan ini dapat dikembangkan di sekolah mana pun sepanjang proses pembelajaran berlangsung. Pembelajaran yang berfokus pada siswa akan mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis mereka dalam menyelesaikan masalah.

Tanda-tanda seseorang yang berpikir kritis terlihat dari ciri-cirinya, yaitu: a) rasa ingin tahu, b) kreativitas, c) ketekunan, dan d) objektivitas. Keempat ciri ini memungkinkan seseorang untuk menghasilkan solusi, mengatasi masalah, dan menemukan informasi yang relevan dalam mengambil keputusan yang logis dengan mempertimbangkan semua kemungkinan yang mungkin muncul dari masalah yang dihadapi (Susanti et al., 2022). Melalui indikasi perilaku kemampuan berpikir kritis, seseorang dapat mengevaluasi kapasitas seseorang dalam berpikir

kritis.

Indikator-indikator yang menunjukkan kemampuan berpikir kritis mencakup beberapa aspek penting, meliputi:

- a. Kemampuan untuk merumuskan inti permasalahan secara jelas dan tepat.
- b. Kemampuan untuk mengidentifikasi fakta yang diperlukan untuk penyelesaian masalah.
- c. Kemampuan untuk memilih argumen yang bersifat logis, relevan, dan tepat.
- d. Kemampuan untuk mendeteksi adanya bias dengan mempertimbangkan sudut pandang yang berbeda.
- e. Kemampuan untuk menentukan dampak dari sebuah keputusan berdasarkan pernyataan yang telah diambil (Khasanah & Ayu, 2017).

Menurut Facione (dalam Luchmayanti et al., 2019) beberapa aspek yang terlibat dalam proses berpikir kritis adalah sebagai berikut.

- a. *Interpretation* (interpretasi), mencakup kecakapan dalam memahami serta menjelaskan arti yang terkandung dalam berbagai pengalaman, situasi, data, peristiwa, penilaian, kebiasaan, keyakinan, aturan, prosedur, maupun standar tertentu.
- b. *Analysis* (analisis), kemampuan untuk menelaah

dan menemukan hubungan antara berbagai pernyataan, pertanyaan, konsep, uraian, atau bentuk representasi lainnya.

- c. *Evaluation* (evaluasi), kemampuan dalam menilai keabsahan dan kepercayaan terhadap suatu pernyataan atau representasi, serta mengevaluasi secara rasional kaitan antar elemen seperti pertanyaan, deskripsi, dan bentuk penyajian lainnya.
- d. *Inference* (inferensi), merujuk pada kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan informasi yang dibutuhkan guna menyusun kesimpulan yang masuk akal secara logis.

## 5. Besaran dan satuan

Materi mengenai besaran dan satuan membahas tentang konsep dasar dalam pengukuran, termasuk objek yang diukur serta satuan atau standar yang digunakan sebagai acuan dalam proses pengukuran.

Segala sesuatu yang dapat dikuantifikasi dan direpresentasikan secara numerik disebut memiliki besaran. Besaran dasar dan besaran turunan adalah dua kategori yang memisahkan besaran ini. Satuan merupakan skala atau acuan perbandingan dalam proses pengukuran yang terkait dalam nilai suatu

besaran. Satuan digunakan untuk melakukan pengukuran dan perbandingan berbagai besaran fisika. Terdapat satuan-satuan yang telah disepakati secara global dan dikenal dengan istilah Satuan Internasional (SI).

a. Besaran pokok

Besaran pokok yaitu jenis besaran dasar yang satuannya telah ditetapkan secara baku dan universal, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengukuran. Besaran ini tidak diperoleh atau diturunkan dari besaran lainnya, melainkan menjadi fondasi utama untuk menentukan satuan besaran lain yang lebih kompleks dalam ilmu fisika maupun bidang ilmu lainnya. Berdasarkan kesepakatan para ilmuwan fisika dari berbagai negara, terdapat tujuh besaran pokok yang diakui dalam fisika, yang tercantum dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Besaran Pokok

Nama besaran	Lambang	Satuan	Simbol Satuan
Panjang	$L$	Meter	m
Waktu	$T$	Sekon	kg
Massa	$M$	Kilogram	s
Arus listrik	$I$	Ampere	A
Suhu	$T$	Kelvin	K
Kuantitas zat	$N$	Mol	mol
Intensitas cahaya	$I$	Kandela	Cd

(Priyambodo & Eka Jati, 2009)



b. Besaran turunan

Besaran yang dihasilkan dari penggabungan atau pemrosesan besaran dasar dikenal sebagai besaran turunan. Satuan besaran dasar yang dibuat melalui prosedur turunan berfungsi sebagai dasar bagi satuan besaran turunan. Beberapa besaran turunan dalam satuan SI ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Besaran Turunan

Besaran turunan	Satuan	Singkatan	Satuan Dasar
Volume	$m^3$	V	$m^3$
Kecepatan	$m/s$	$v$	$m/s$
Percepatan	$m/s^2$	$a$	$m/s^2$
Gaya	Newton (N)	F	$kg \cdot m/s^2$
Tekanan	Pascal (Pa)	P	$kg/m \cdot s^2$
Massa jenis	$kg/m^3$	$\rho$	$kg/m^3$

(Karyono et al., 2009)

c. Satuan Sistem Internasional (SI)

Satuan merupakan unsur penting yang digunakan sebagai patokan dalam melakukan pengukuran suatu besaran. Setiap jenis besaran bisa memiliki beragam satuan, misalnya panjang dapat diukur dalam inci, kaki, atau mil, sementara massa bisa dinyatakan dalam ton, kilogram, atau gram. Perbedaan satuan dalam mengukur besaran yang sama seringkali menimbulkan kebingungan.

Untuk menghindari hal tersebut, para ilmuwan sepakat menetapkan sistem satuan yang seragam, yaitu Sistem Internasional atau *Système Internationale d'Unites* (SI).

Sistem Satuan Internasional merupakan suatu sistem pengukuran yang diakui dan digunakan secara luas di seluruh dunia. Sistem ini memiliki standar satuan yang telah disepakati secara bersama oleh berbagai negara, dengan tujuan utama untuk menghindari kesalahpahaman dan inkonsistensi yang dapat timbul akibat perbedaan penggunaan satuan pengukuran di berbagai wilayah atau negara. Dengan demikian, Sistem Satuan Internasional berperan penting dalam menjamin keseragaman dan keakuratan dalam komunikasi ilmiah, perdagangan, dan berbagai aspek kehidupan lainnya yang memerlukan standar pengukuran yang konsisten.

Satuan dalam sistem pengukuran secara umum terbagi ke dalam dua kategori utama, yaitu satuan baku dan satuan tidak baku. Satuan tidak baku merupakan jenis satuan yang bersifat relatif dan tidak memiliki standar tetap, sehingga ukurannya dapat berbeda-beda tergantung pada kebiasaan atau kondisi di masing-masing daerah.

Contoh dari satuan tidak baku meliputi satuan tradisional seperti jengkal, depa, atau hasta, yang sangay bergantung pada ukuran tubuh seseorang.. Sebaliknya, satuan baku merupakan satuan yang telah ditetapkan secara resmi dan memiliki ukuran yang konsisten, sehingga dapat digunakan secara universal di berbagai tempat. Satuan ini dirancang untuk menghindari kesalahan pengukuran serta mempermudah komunikasi ilmiah dan teknis di tingkat nasional maupun internasional.

d. Dimensi besaran pokok dan besaran turunan

Dimensi adalah cara menggunakan simbol dari besaran dasar untuk menunjukkan suatu besaran. Susunan suatu besaran menurut besaran dasar disebut dimensinya. Dimensi suatu besaran tetap tidak berubah, apa pun jenis satuannya. Sebagai contoh, panjang bisa diukur dalam meter, sentimeter, kilometer, atau kaki, namun dimensi panjang tetap dilambangkan dengan simbol L.

Panjang, massa, dan waktu dianggap sebagai besaran pokok yang saling berdiri sendiri dan masing-masing memiliki dimensi tertentu. Dimensi panjang diwakili oleh L, dimensi massa dengan M, dan dimensi waktu dengan T.

Kesetaraan dimensi, yang mengharuskan dimensi pada kedua sisi persamaan sama, harus dipenuhi oleh semua persamaan yang melibatkan besaran dasar. Biasanya, huruf yang diapit tanda kurung siku [] menunjukkan dimensi suatu besaran. Tabel 2.4 menunjukkan simbol-simbol dimensi yang digunakan untuk berbagai besaran pokok.

Tabel 2.4 Lambang Dimensi Besaran Pokok

Besaran Pokok	Satuan	Dimensi
Panjang	Meter(m)	[L]
Massa	Kilogram(kg)	[M]
Waktu	Sekon(s)	[T]
Kuat arus listrik	Ampere(A)	[I]
Suhu	Kelvin(K)	[ $\theta$ ]
Jumlah zat	Mole (mol)	[N]
Intensitas cahaya	Candela (cd)	[J]

Dimensi dari suatu besaran turunan pada dasarnya dapat dijabarkan atau dinyatakan sebagai kombinasi dari dimensi-dimensi besaran pokok yang menjadi penyusunnya. Hubungan antara besaran turunan dengan besaran pokok tersebut ditampilkan secara sistematis dalam Tabel 2.5 berikut ini. Table tersebut menyajikan berbagai contoh besaran turunan beserta dimensi masing-masing, sehingga memudahkan pemahaman mengenai struktur dan keterkaitan antar besaran dalam sistem pengukuran fisika. Penyajian ini juga berfungsi untuk menegaskan

bahwa setiap besaran turunan tidak berdiri sendiri, melainkan bergantung pada besaran-besaran pokok yang menjadi landasan pembentukannya.

Tabel 2.5 Dimensi Besaran Turunan

Besaran Satuan	Analisis	Dimensi
Volume	Panjang x panjang x panjang	$[L]^3$
Kecepatan	$\frac{\text{panjang}}{\text{waktu}}$	$[L][T]^{-1}$
Percepatan	$\frac{\text{kecepatan}}{\text{waktu}}$	$[L][T]^{-2}$
Gaya	Massa x percepatan	$[M][L][T]^{-2}$
Tekanan	$\frac{\text{gaya}}{\text{luas}}$	$[M][L]^{-1}[T]^{-2}$
Massa jenis	$\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$	$[M][L]^{-3}$

e. Alat Ukur

Ketelitian sangat penting dalam kegiatan pengukuran, karena data yang dihasilkan akan mendekati nilai yang sebenarnya. Pengukuran merupakan proses membandingkan antara suatu benda dengan standar yang dianggap sebagai patokan yang disebut satuan. Satuan haruslah tetap, mudah diperoleh, dan diakui secara internasional (Karyono et al., 2009). Untuk memperoleh hasil pengukuran yang tepat, digunakan berbagai jenis alat ukur dengan tingkat

ketelitian yang tinggi. Berikut ini adalah beberapa jenis alat ukur yang disesuaikan dengan satuan dari benda yang akan diukur:

1) Alat ukur panjang

Berbagai alat ukur panjang, termasuk mikrometer sekrup, jangka sorong, meteran rol, dan penggaris, digunakan untuk menentukan panjang suatu objek.

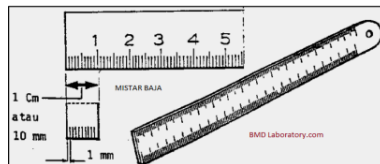
a) Mistar

Mistar merupakan salah satu alat ukur yang paling umum digunakan dalam kegiatan pengukuran panjang dalam berbagai konteks, baik di lingkungan pendidikan maupun praktikum laboratorium. Secara umum, mistar memiliki skala terkecil sebesar 1 mm atau setara dengan 0,1 cm, tergantung pada jenis dan desain alat tersebut. Tingkat ketelitian hasil pengukuran dengan mistar ditentukan oleh setengah dari nilai skala terkecil, yaitu sekitar 0,5 mm. Artinya, setiap hasil pengukuran yang diperoleh dari satu kali pengukuran menggunakan mistar memiliki ketidakpastian sebesar

$\pm 0,5$  mm. Ketelitian pengukuran pada pengukuran tunggal sebagai berikut:

$$\Delta x = \frac{1}{2} x \text{ skala terkecil}$$

Saat menggunakan mistar, posisi pandangan harus sejajar dengan objek yang diukur. Selain itu, pandangan harus tegak lurus terhadap objek yang diukur dan skala penggaris. Jika posisi mata tidak tepat, hal ini dapat menyebabkan kesalahan pengukuran yang dikenal dengan kesalahan paralaks, yang dapat membuat hasil pengukuran menjadi lebih besar atau lebih kecil (Nurachmandani, 2009).



Gambar 2. 1 Mistar

b) *Rollmeter* (Meter Kelos)

*Rollmeter* adalah salah satu alat ukur panjang yang dirancang secara fleksibel dan dapat digulung, sehingga memudahkan dalam

penyimpanan maupun penggunaannya di lapangan. Alat ini umumnya memiliki panjang standar yang bervariasi, kisaran antara 25 hingga 50 meter, tergantung pada kebutuhan dan jenis penggunaannya. Rollmeter banyak digunakan dalam berbagai bidang praktis, khususnya dalam pekerjaan konstruksi, survey lapangan, atau kegiatan lain yang memerlukan pengukuran jarak dalam skala besar, seperti pengukuran lebar jalan, panjang lahan, maupun perencanaan struktur bangunan secara umum. *Rollmeter* memiliki tingkat ketelitian pengukuran hingga 0,5 mm. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.2, meteran ini sering kali dibuat dari plastik atau lembaran besi tipis (Sumarsono, 2016).



Gambar 2. 2 Rollmeter

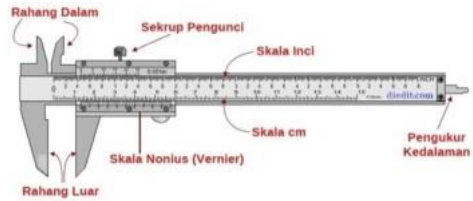


c) Jangka sorong

Dua komponen utama jangka sorong adalah rahang yang dapat digerakkan dan rahang yang tetap. Skala kecil pada rahang yang dapat digerakkan dikenal sebagai skala nonius atau vernier, sedangkan skala panjang pada rahang yang tetap berfungsi sebagai skala utama. Insinyur Prancis yang menemukan vernier, Pierre Vernier, adalah sumber nama tersebut.

Setiap sepuluh skala jangka sorong menyimpang dari skala utama sebesar 0,1 atau 0,01 cm, dengan skala utama dibagi menjadi cm dan mm. Skala terkecil yang dapat diukur dengan jangka sorong adalah 0,1 mm atau 0,01 cm.

Jangka sorong dapat digunakan untuk mengukur diameter luar dan dalam, kedalaman tabung, dan panjang benda hingga 10 cm. Gambar 2.3 menunjukkan cara menggunakan jangka sorong (Sumarsono, 2016).



Gambar 2. 3 Jangka Sorong

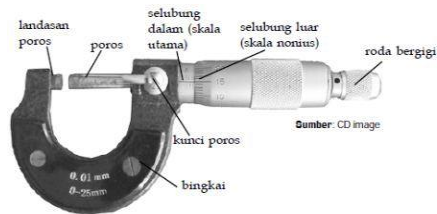
d) Mikrometer sekrup

Mikrometer sekrup adalah salah satu alat ukur presisi yang secara luas digunakan untuk mengukur dimensi benda-benda berukuran kecil, khususnya yang memiliki bentuk silinder atau tipis, seperti kawat, kertas, atau lembaran logam. Alat ini sangat andal dalam memberikan hasil pengukuran dengan ketelitian tinggi, sehingga sering digunakan dalam bidang teknik dan laboratorium. Mikrometer sekrup terdiri dari dua komponen utama, yaitu sumbu tetap(anvil) dan sumbu berulir (spindle), yang bekerja bersama dalam proses pengukuran. Skala utama terletak pada bagian sumbu tetap, sedangkan skala nonius atau skala

putar berada pada sumbu berulir, yang berfungsi untuk membaca hasil pengukuran hingga ketelitian kecil. Kombinasi dari kedua skala ini memungkinkan pengguna memperoleh hasil pengukuran dengan ketelitian hingga sepersekian milimeter.

Skala utama mikrometer sekrup menggunakan satuan mm, dan berfungsi sebagai dasar pembacaan panjang. Sementara itu, skala nonius terletak pada silinder putar dibagi menjadi 50 bagian yang sama besar. Masing-masing bagian pada skala nonius ini mewakili nilai sebesar  $\frac{1}{50} \times 0,5 \text{ mm}$  atau setara dengan 0,01 mm. Dengan konfigurasi skala semacam ini, mikrometer sekrup mampu memberikan hasil pengukuran dengan tingkat ketelitian yang sangat tinggi, yakni hingga 0,01 mm. ketelitian ini menjadikan mikrometer sekrup sebagai alat ukur dengan akurasi tertinggi dibandingkan dua alat ukur

panjang lainnya yang telah dibahas sebelumnya, seperti mistar dan jangka sorong. Penjelasan lebih rinci dapat dilihat pada gambar 2.4 (Sumarsono, 2016).



Gambar 2. 4 Mikrometer Sekrup

## 2) Alat ukur waktu

Detik merupakan satuan umum pengukuran waktu. Jam dan arloji sering digunakan sebagai instrumen untuk mengukur waktu, sedangkan stopwatch sering digunakan untuk mengukur periode waktu yang lebih pendek.

### a) Jam tangan

Jam tangan terbagi menjadi dua jenis, yaitu jam tangan digital dan jam tangan jarum. Ada tiga jarum utama, yakni jarum detik, menit, dan jam. jarum detik adalah yang terpanjang dan bergerak satu skala

setiap detik. Jarum menit lebih pendek dan bergerak satu divisi setiap menit, sedangkan jarum jam yang lebih pendek bergerak satu divisi setiap jam. secara umum, jam tangan memiliki ketidakpastian sekitar 1 sekon.



Gambar 2. 5 Jam Tangan Digital dan  
Jam Tangan Jarum

#### b) Stopwatch

Jika dibandingkan dengan jam tangan, stopwatch merupakan alat yang lebih akurat untuk mengukur waktu. Ada dua jenis stopwatch: stopwatch digital dan stopwatch dengan jarum. Stopwatch jarum memiliki ketidakpastian sekitar 0,1 detik sesuai dengan skala yang ada, sedangkan stopwatch digital memiliki ketidakpastian sekitar 0,01 detik.

Stopwatch sering digunakan di

laboratorium Fisika untuk mengukur waktu pada berbagai percobaan, dan juga banyak digunakan dalam olahraga, terutama pada perlombaan lari jarak pendek (Indrajit, 2009).



Gambar 2. 6 Stopwatch Jarum dan  
Stopwatch Digital

### 3) Alat ukur massa

Alat yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda disebut neraca. Dalam praktiknya, terdapat berbagai jenis neraca yang dirancang sesuai dengan tingkat ketelitian dan kebutuhan pengukuran. Beberapa jenis neraca yang umum digunakan antara lain adalah neraca analitis dua lengan, neraca Ohaus, neraca lengan gantung, dan neraca digital (Sumarsono, 2016).

#### a) Neraca Analitis Dua Lengan

Neraca ini umumnya digunakan untuk mengukur massa

benda-benda berukuran kecil yang memerlukan ketelitian cukup tinggi, seperti logam mulia (misalnya mas), Kristal, serta berbagai jenis bahan lain yang memiliki massa relative ringan. Alat ini dirancang untuk memberikan hasil pengukuran yang akurat dengan tingkat ketelitian hingga mencapai 0,1 gram. Ketelitian tersebut memungkinkan pengguna untuk memperoleh data massa yang lebih presisi, yang sangat penting dalam kegiatan laboratorium, perdagangan, maupun proses produksi yang membutuhkan standar massa yang pasti.



Gambar 2. 7 Neraca Dua Lengan

b) Neraca Ohaus

Neraca Ohaus merupakan salah satu jenis neraca yang sering

digunakan di laboratorium untuk menimbang berbagai jenis benda, termasuk logam atau material lain yang memerlukan pengukuran massa secara akurat. Alat ini dirancang untuk memberikan hasil pengukuran yang andal dengan kapasitas maksimum beban hingga 311 gram. Selain itu, neraca ini memiliki tingkat ketelitian sebesar 0,1 gram, sehingga sangat sesuai digunakan dalam kegiatan praktikum atau eksperimen yang membutuhkan data massa dengan tingkat presisi menengah. Dengan desain yang stabil dan pengukuran yang efisien, neraca Ohaus menjadi pilihan umum di lingkungan pendidikan maupun penelitian ilmiah.

---



---

Gambar 2. 8 Neraca Ohaus



c) Neraca Lengan Gantung

Jenis neraca ini dirancang khusus untuk mengukur massa suatu benda dengan cara menyeimbangkan beban yang digeser sepanjang batang pengukur. Prinsip kerja neraca ini didasarkan pada pencapaian keseimbangan antara massa benda yang ditimbang dan posisi beban geser pada batang, sehingga pengguna dapat menentukan massa benda tersebut secara akurat. Penggunaannya cukup praktis, karena beban dapat disesuaikan secara manual untuk mencapai titik keseimbangan, yang kemudian menunjukkan nilai massa yang diukur. Neraca jenis ini sering digunakan dalam konteks pendidikan maupun kegiatan pengukuran sederhana yang tidak memerlukan ketelitian sangat tinggi.



Gambar 2. 9 Neraca Lengan Gantung

d) Neraca Digital

Neraca digital juga dikenal sebagai neraca elektronik merupakan salah satu alat ukur massa modern yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk laboratorium, industri, dan lingkungan pendidikan. Keunggulan utama dari neraca jenis ini terletak pada kemudahannya dalam penggunaan, di mana massa suatu benda dapat ditampilkan secara langsung dan otomatis pada layar digital tanpa perlu melakukan pembacaan manual. Hal ini menjadikan proses penimbangan lebih efisien, cepat, dan minim kesalahan pembacaan. Selain itu, neraca digital memiliki tingkat ketelitian yang sangat

tinggi, yakni mencapai 0,001 gram, sehingga sangat sesuai digunakan untuk pengukuran massa yang memerlukan akurasi tinggi, seperti dalam analisis kimia, farmasi, dan penelitian ilmiah lainnya.



Gambar 2. 10 Neraca Digital

Di sekolah, jenis neraca yang umum digunakan adalah neraca dengan tiga atau empat lengan. Pada neraca tiga lengan, lengan bagian depan menunjukkan angka satuan serta sebagian angka desimal, lengan tengah menunjukkan angka puluhan, dan lengan belakang menunjukkan angka ratusan. Berikut adalah prosedur penggunaan neraca tiga lengan.

- Pindahkan penunjuk lengan depan dan belakang ke kiri hingga

lingkaran skala menunjuk ke angka nol, pastikan bahwa skala penyeimbang menampilkan angka nol.

- Periksa apakah neraca berada dalam keadaan seimbang.
- Posisikan benda yang akan diukur di tempat yang disediakan pada neraca.
- Geser penunjuk pada ketiga lengan secara berurutan, dimulai dari lengan ratusan, puluhan, hingga satuan, hingga mencapai keseimbangan.
- Tambahkan nilai yang ditunjukkan oleh penunjuk pada lengan ratusan, puluhan, satuan, dan persepuluh untuk menentukan massa suatu objek (Nurachmandani, 2009).

#### 4) Alat ukur kuat arus listrik

Alat yang digunakan untuk mengukur besar arus listrik dalam suatu rangkaian dikenal dengan sebutan amperemeter. Untuk memperoleh hasil pengukuran yang

akurat, amperemeter harus dipasang secara seri dengan elemen-elemen dalam rangkaian listrik yang akan diukur. Hal ini dikarenakan prinsip kerjanya mengharuskan seluruh arus listrik dalam rangkaian tersebut melewati alat ukur. Oleh karena itu, amperemeter dirancang dengan resistansi internal yang sangat rendah guna meminimalkan pengaruhnya terhadap besar arus yang diukur, sehingga tidak mengganggu karakteristik asli dari rangkaian.

Saat arus listrik mengalir melalui amperemeter, jarum penunjuk pada alat ini akan bergerak untuk menunjukkan nilai arus tersebut, biasanya dalam satuan ampere (A). satuan ampere sendiri didefinisikan secara ilmiah sebagai besar arus listrik yang mengalir melalui dua konduktor lurus sejajar, tak hingga panjangnya, yang ditempatkan terpisah sejauh satu meter di ruang hampa, sehingga menghasilkan gaya tarik-menarik atau tolak-menolak sebesar  $2\pi \times 10^{-7}$  N per meter panjang konduktor.



Gambar 2. 11 Amperemeter

#### 5) Alat ukur suhu

Salah satu instrumen untuk menentukan suhu suatu sistem adalah termometer. Ekspansi merupakan dasar pengoperasian termometer. Termometer biasanya terdiri dari tabung kapiler tertutup berisi merkuri yang dilengkapi skala. Baik merkuri maupun tabung akan memuai saat suhu meningkat, tetapi merkuri akan memuai lebih banyak daripada tabung kapiler. Peningkatan suhu ditunjukkan dengan peningkatan kadar merkuri dalam tabung.

Terdapat empat jenis thermometer Terdapat empat jenis termometer yang didasarkan pada skala temperaturnya, yaitu skala Fahrenheit, Celsius, Kelvin, dan Reamur. Titik beku dan titik didih pada skala Fahrenheit masing-masing adalah

32°F dan 212°F. Titik beku dan titik didih pada skala Celsius masing-masing adalah 0°C dan 100°C. Menurut skala Kelvin, suhu nol mutlak, saat semua molekul berhenti bergerak, adalah 0°K. Titik beku dan titik didih masing-masing adalah 273°K dan 373°K. Sebaliknya, pada skala Reamur, titik beku dan titik didih masing-masing adalah 0°R dan 80°R (Karyono et al., 2009).

Hubungan antara suhu Fahrenheit( $t_F$ ) dan suhu Celsius ( $t_C$ ) dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32^\circ)$$

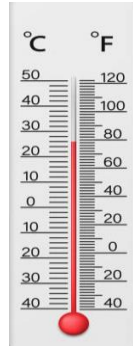
Hubungan antara suhu Fahrenheit( $t_F$ ) dan suhu Reamur ( $t_R$ ) adalah:

$$t_R = \frac{4}{9}(t_F - 32^\circ)$$

Skala Kelvin adalah nama yang diberikan untuk skala suhu absolut. Perubahan suhu 1°C setara dengan perubahan suhu 1K.

Hubungan antara suhu Kelvin( $T$ ) dan suhu Celsius ( $t_C$ ) adalah:

$$T = t_C + 273$$



Gambar 2. 12 Termometer

f. Angka Penting

Angka penting merupakan angka-angka yang diperoleh dari suatu pengukuran dan mencerminkan tingkat ketelitian alat ukur yang digunakan. Secara umum, angka penting terdiri atas dua bagian, yaitu angka-angka yang diyakini benar atau pasti, serta satu angka terakhir yang sifatnya masih diragukan atau mengandung ketidakpastian, karena berasal dari taksiran dalam proses pembacaan alat ukur. Oleh karena itu, angka penting berperan penting dalam menyampaikan sejauh mana suatu hasil pengukuran dapat dipercaya.

Dalam konteks penulisan ilmiah atau pengolahan data eksperimen, jumlah angka penting dan cara penulisannya tidak dapat dilakukan secara sembarangan, melainkan harus



mengikuti kaidah atau aturan tertentu yang telah ditetapkan secara internasional. Aturan ini bertujuan untuk menjaga konsistensi, akurasi, dan keterbacaan data ilmiah, khususnya dalam bidang fisika, kimia, dan teknik. Dengan memahami konsep angka penting dan penerapannya, seseorang dapat menyajikan hasil pengukuran secara tepat dan bertanggung jawab secara ilmiah.

#### 1) Notasi ilmiah

Notasi ilmiah merupakan suatu metode penulisan angka yang digunakan secara luas dalam ilmu pengetahuan dan teknik untuk menyederhanakan penyajian angka-angka yang memiliki nilai sangat besar maupun sangat kecil. Penggunaan notasi ini memungkinkan angka-angka tersebut ditulis dalam bentuk yang lebih ringkas, efisien, dan mudah dipahami tanpa mengurangi ketelitian nilai aslinya.

Notasi ilmiah biasanya dinyatakan dalam bentuk  $a \times 10^n$ , dimana  $a$  merupakan bilangan desimal yang bernilai sama atau lebih dari 1 dan kurang dari 10, sedangkan  $n$  bernilai positif jika angka asli lebih besar dari satu dan bernilai negatif jika angka tersebut

lebih kecil dari satu. Dengan demikian, notasi ilmiah tidak hanya memudahkan penulisan, tetapi juga membantu dalam perhitungan dan komunikasi ilmiah yang melibatkan angka ekstem. Format penulisan ini sangat berguna terutama dalam bidang fisika, astronomi dan kimia. Dimana pengukuran sering kali melibatkan besaran-besaran dalam skala mikro maupun makro. Misalnya, angka 0,000031 ditulis dalam notasi ilmiah menjadi

$$3.1 \times 10^{-5}$$

## 2) Aturan angka penting

Angka penting adalah sekumpulan angka yang diperoleh dari suatu proses pengukuran, yang mencerminkan tingkat ketelitian dan keakuratan alat ukur yang digunakan. Angka-angka ini terdiri atas angka-angka yang diketahui secara pasti serta satu angka terakhir yang bersifat taksiran namun tetap dianggap signifikan dalam penyajian data ilmiah. Keberadaan angka penting sangat krusial karena berfungsi untuk menunjukkan seberapa besar kepercayaan terhadap hasil pengukuran yang diperoleh.

Untuk memastikan konsistensi dan ketepatan dalam penggunaan angka penting, terdapat sejumlah aturan penulisan dan perhitungan yang telah ditetapkan. Aturan-aturan tersebut mencakup penentuan jumlah angka penting berdasarkan posisi angka nol, cara pembulatan, serta ketentuan dalam operasi matematika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Secara lebih rinci, pedoman mengenai aturan angka penting dapat dilihat dalam Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Aturan Angka Penting

<b>Aturan-aturan angka penting</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semua angka bukan nol dianggap angka penting</li> <li>2. Angka nol di antara angka bukan nol yang juga dianggap angka penting</li> <li>3. Angka nol disebelah kanan angka bukan nol dianggap angka penting, kecuali jika ada penjelasan khusus</li> <li>4. Angka nol yang digunakan untuk menunjukkan letak desimal bukan termasuk angka penting</li> <li>5. Angka-angka yang menunjukkan puluhan, ratusan, dan seterusnya harus ditulis dalam notasi ilmiah</li> </ol>

(Indrajit, 2009)

### 3) Berhitung dengan angka penting

Dalam perhitungan yang melibatkan angka penting, terdapat beberapa aturan yang harus diperhatikan, antara lain:

a) Jumlah tempat desimal dengan angka

paling sedikit di antara angka-angka yang dihitung menentukan jumlah angka penting dalam hasil perhitungan untuk operasi penjumlahan dan pengurangan.

- b) Angka dengan angka penting paling sedikit di antara angka-angka yang digunakan dalam operasi perkalian dan pembagian memiliki jumlah angka penting yang sama dengan hasil perhitungan.
- c) Dalam operasi pemangkatan dan pengakaran, jumlah angka penting pada hasilnya ditentukan oleh jumlah angka penting dari bilangan yang dipangkatkan atau diakarkan.
- d) Suatu angka dibulatkan ke atas jika lebih dari lima, menurut aturan pembulatan. Angka dibulatkan ke bawah jika angkanya kurang dari lima. Jika angkanya tepat 5, angka yang muncul sebelum angka 5 menentukan bagaimana angka tersebut dibulatkan; jika angka sebelum angka 5 ganjil, angka tersebut dibulatkan ke atas; jika angkanya genap, angka tersebut dibulatkan ke bawah (Indrajit, 2009).

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Penelitian oleh Mukti & Istiyono (2018) tentang alat ukur kemampuan berpikir kritis siswa SMA kelas X pada mata pelajaran biologi. Penelitian ini menunjukkan bahwa alat ukur tersebut valid secara isi dan reliabel dengan skor 0,86 serta memiliki tingkat kesukarab soal yang baik dengan rentang nilai -2,00 sampai dengan 2,00. Untuk mengakomodas rentang kemampuan siswa antara -3,7 sampai 2,90. Penelitian ini menghasilkan dua perangkat tes, yaitu Tes A dan Tes B dengan masing-masing terdiri dari 25 soal dan 5 soal inti.
2. Penelitian oleh Pramarth et al. (2023) tentang pengembangan instrumen tes kemampuan berpikir kritis berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada mata kuliah matematika diskrit dengan menggunakan model pengembangan ADDIE. Instrumen berupa 10 butir soal uraian yang mengukur ranah kognitif analisis (C4), evaluasi (C5), dan kreasi (C6). Validitas isi instrumen sangat tinggi (0,84) dan reliabilitas mencapai 0.994.
3. Peneltian oleh Khoirunnisa Sofyan & Sabani (2022) yang menggunakan model ADDIE untuk mengembangkan instrumen tes berbasis HOTS

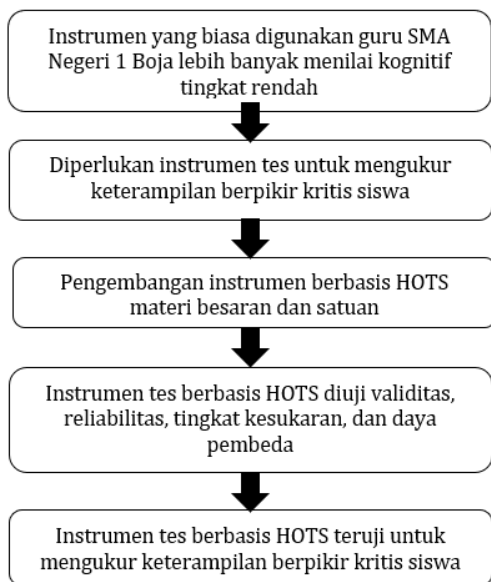
dalam materi kerja dan energi. Fokusnya pada tes penalaran pilian ganda terbuka untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil validasi menunjukkan instrumen valid dengan reliabilitas 0,879. Tingkat kesukaran soal termasuk kategori sedang (66,7%) dengan 22,2% sukar dan 11,1% mudah. Daya beda soal menyatakan 67% diterima dan 33% perlu perbaikan, serta efektivitas pengecoh menunjukkan 86% efektif. Kesimpulannya, instrumen ini tepat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa.

4. Penelitian oleh D. S. Sari et al. (2019) tentang pembuatan alat Tes Sains Terpadu untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa SMP. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dibuat sebagai soal pilihan ganda dengan penalaran, mengikuti pendekatan pengembangan Borg & Gall. Tujuan dari soal-soal ini adalah untuk menilai berbagai aspek kemampuan berpikir kritis. Setelah melalui proses validasi oleh spesialis asesmen, materi, dan guru sains SMP, temuan penelitian menunjukkan bahwa instrumen tes yang dibuat valid dan dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa SMP.

5. Penelitian oleh Marada et al. (2021) tentang pengembangan instrumen berbasis HOTS untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Biologi dengan model Borg&Gall. Validasi ahli menunjukkan butir soal sangat valid dengan nilai keidealan 76%-100% dan penilaian guru biologi termasuk kategori sangat baik (86%-100%). Uji coba pada peserta didik menunjukkan respon yang sangat baik terhadap soal pilihan ganda HOTS untuk evaluasi.

### **C. Kerangka Berpikir**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen penilaian yang dapat mengukur kemampuan berpikir kritis pada siswa kelas X SMA dengan materi besaran dan satuan. Instrumen yang dikembangkan adalah tes berbasis HOTS. Setelah instrumen penilaian disusun, langkah berikutnya adalah melakukan evaluasi oleh dosen ahli. Setelah penilaian dilakukan, instrumen siap untuk diuji coba. Hasil uji coba kemudian dianalisis, dan instrumen yang telah teruji akan digunakan untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa mengenai materi besaran dan satuan di SMA Negeri 1 Boja. Kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Bagan Kerangka Berpikir



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Model Pengembangan

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan instrumen tes 4D (*four-D*). Model ini mengikuti tahapan yang dikembangkan oleh Thiagarajan. Langkah penelitian dalam model 4D ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Langkah Penelitian 4D

Penelitian ini merupakan studi pengembangan yang menghasilkan sebuah instrumen penilaian sebagai produk, yang dirancang untuk mengevaluasi kemampuan berpikir kritis siswa dalam topik besaran dan satuan.

#### B. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini menerapkan model pengembangan 4D (*four-D*) yang terdiri dari empat

tahapan utama, yakni 1) *define* (pendefinisian); 2) *design* (perancangan); 3) *develop* (pengembangan); 4) *disseminate* (penyebarluasan). Namun, penelitian ini hanya sampai pada tahap *develop*. Analisis hasil uji pada tahap tersebut sudah memadai untuk menjawab rumusan masalah, sehingga tujuan dari penelitian berhasil dicapai.

#### 1. Pendefinisian (*define*)

Tahap ini merupakan langkah awal dalam proses pengembangan yang difokuskan untuk merumuskan dan menetapkan kebutuhan dalam merancang instrumen. Beberapa analisis dilakukan dalam tahap ini, yaitu analisis kebutuhan, analisis karakteristik peserta didik, analisis tugas, serta analisis konsep.

##### a. Analisis kebutuhan

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi di SMA Negeri 1 Boja, terutama mengenai keterbatasan instrumen penilaian yang dapat digunakan untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa pada materi besaran dan satuan. Kondisi ini menyebabkan siswa kurang memahami pentingnya kemampuan berpikir kritis.

b. Analisis peserta didik

Bertujuan untuk memahami ciri-ciri siswa kelas X, khususnya terkait kemampuan berpikir abstrak yang sesuai dengan tahapan perkembangan kognitif menurut teori Piaget. Di usia ini, diharapkan kemampuan berpikir kritis sudah mulai berkembang.

c. Analisis tugas

Tujuan analisis ini adalah untuk mengidentifikasi materi yang relevan untuk pembuatan alat evaluasi pemikiran tingkat tinggi. Penekanan diberikan pada penyusunan indikator soal yang sesuai dengan silabus untuk materi besaran dan satuan kelas X.

d. Analisis konsep

Bertujuan untuk mengenali konsep-konsep yang berkaitan, menyusunnya secara logis, serta menghubungkannya satu sama lain untuk dijadikan dasar dalam menyusun instrumen pengukuran kemampuan berpikir kritis.

2. Perancangan (*design*)

Tahap ini berfokus pada penyusunan desain awal instrumen yang akan dikembangkan. Kegiatan dalam tahap ini mencakup pemilihan

bentuk instrumen, pembuatan kisi-kisi, dan penyusunan instrumen.

a. Penetapan bentuk instrumen

Jenis instrumen yang digunakan adalah tes pilihan ganda beralasan, yang dirancang untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa pada materi besaran dan satuan .

b. Penyusunan kisi-kisi

Kisi-kisi disusun berdasarkan silabus yang berlaku dan mencakup materi besaran dan satuan. Tujuannya adalah menentukan ruang lingkup soal dan menjadi panduan dalam penyusunan butir soal.

c. Perancangan instrumen

Tahapan ini meliputi pembuatan rancangan awal instrumen, yang mencakup penyusunan butir soal, pedoman penskoran, lembar validasi, dan persiapan pencetakan instrumen.

3. Pengembangan (*develop*)

Pada tahap ini, instrumen yang telah dirancang disempurnakan agar sesuai standar dan layak digunakan secara luas dalam proses evaluasi. Tahap pengembangan (*Develop*) meliputi beberapa tahapan berikut:

a. Penyusunan instrument tes

Pembuatan kisi-kisi yang sesuai dengan Indikator Pencapaian Kompetensi merupakan langkah awal dalam proses penyusunan instrumen tes. Soal-soal disesuaikan dengan kisi-kisi tersebut dan dirancang berdasarkan Taksonomi Bloom dari level C4 hingga C6. Instrumen tes menggunakan format pilihan ganda beralasan dengan fokus pada Higher Order Thinking Skills (HOTS) untuk mengukur kemampuan berpikir kritis. Selain soal, juga disiapkan komponen lain seperti kunci jawaban, lembar jawab, panduan penilaian, dan instruksi pengerjaan.

b. Validasi Instrumen

Validasi instrumen merupakan langkah penting dalam menilai kecocokan instrumen berdasarkan kritik dan saran para ahli. Penilaian para ahli dilakukan berdasarkan keahlian dan pengalaman mereka dalam bidang desain instrumen, evaluasi, serta materi yang relevan. Kritik dan saran dari para ahli digunakan sebagai pedoman untuk memperbaiki instrument sehingga memenuhi

standar dan dapat digunakan secara efektif.

c. Uji Coba Produk

Produk yang telah dikembangkan diuji coba kepada responden, yaitu siswa yang telah mempelajari materi besaran dan satuan. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk menilai tingkat reliabilitas serta mutu setiap butir soal, termasuk aspek tingkat kesulitan dan kemampuan soal dalam membedakan kemampuan siswa.

d. Produk Akhir

Produk akhir yang dihasilkan berupa instrumen tes berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang dirancang untuk menilai kemampuan berpikir kritis pada materi besaran dan satuan. Tes ini dilengkapi dengan komponen pendukung seperti kisi-kisi, kunci jawaban, lembar jawaban, petunjuk pengerjaan, serta pedoman penskoran.

### C. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini merupakan siswa kelas X MIPA 1 dan X MIPA 2 yang bersekolah di SMA Negeri 1 Boja. Penelitian dilakukan mulai 28 Oktober 2024-09 Desember 2024. Sampel penelitian ini menggunakan *Purposive sampling*. Teknik

pengambilan sampel didasarkan pada asumsi bahwa dalam satu angkatan kelas X MIPA mendapatkan materi dan kurikulum yang sama sehingga dapat dilakukan analisis dengan tujuan tertentu.

#### **D. Teknik Pengumpulan Data**

##### **1. Tes**

Tujuan dari tes ini adalah untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa setelah mereka mempelajari besaran dan satuan di kelas. Uji coba produk instrumen HOTS dan uji coba penggunaan merupakan dua fase uji coba yang digunakan dalam penelitian ini. Analisis validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesulitan soal dilakukan selama fase uji coba produk. Kemampuan berpikir kritis siswa kemudian dievaluasi dalam uji coba penggunaan menggunakan soal-soal yang telah terbukti valid.

##### **2. Wawancara**

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang melibatkan proses tanya jawab. Informasi dari wawancara dengan guru Fisika SMA Kesatrian 1 Semarang digunakan untuk menganalisis kebutuhan dan merumuskan masalah penelitian.

### 3. Angket

Lembar validasi untuk instrumen tes berbasis HOTS, kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga komponen evaluasi: aspek materi, konstruk, dan isi.

### 4. Dokumentasi

Dokumentasi diterapkan untuk mengumpulkan berbagai jenis dokumen tertulis maupun dokumen lain dari responden. Dokumentasi ini berfungsi untuk memperkuat hasil penelitian, seperti daftar peserta didik yang terlibat dan dokumen-dokumen relevan lainnya.

## **E. Teknik Analisis Data**

### 1. Uji validitas

Instrumen yang dinyatakan valid adalah alat ukur yang dapat menghasilkan data yang valid dan relevan. Sebuah instrumen dianggap valid jika dapat secara akurat mengukur hal yang seharusnya diukur, sehingga mampu menghasilkan data yang benar mengenai variabel yang diteliti.

Metode Aiken (Aiken, 1985) digunakan untuk memeriksa data yang dikumpulkan dari penilaian ahli. Persamaan 3.1 dan 3.2 digunakan untuk menentukan indeks validitas isi setiap aspek



(Tomoliyus & Sunardianta, 2020).

$$V = \frac{\Sigma s}{n(c-1)} \quad (3.1)$$

Dengan,

$$s = R - L_o \quad (3.2)$$

Keterangan:

$V$  = indeks Aiken

$R$  = angka yang diberikan oleh validator

$L_o$  = angka penilaian terendah

$C$  = angka penilaian tertinggi

$n$  = jumlah validator

$s$  = skor yang ditetapkan oleh validator dikurangi skor terendah dalam kategori

Nilai indeks Aiken yang diperoleh kemudian diinterpretasikan dan dikategorikan sesuai dengan standar validitas yang ditetapkan oleh Guilford mengacu pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kategori Validitas

Interval	Kategoori
$0,8 \leq V < 1,0$	Validitas Sangat Tinggi
$0,6 \leq V < 0,8$	Validitas Tinggi
$0,4 \leq V < 0,6$	Validitas Sedang
$0,2 \leq V < 0,4$	Validitas Rendah
$0 \leq V < 0,2$	Validitas Sangat Rendah

(Sugiharni & Setiasih, 2018)

## 2. Uji reliabilitas

Tes dapat dipercaya (reliable) jika hasilnya konsisten ketika diujikan berulang kali. Namun,

karena keterbatasan waktu dalam penelitian tidak memungkinkan untuk melakukan pengujian berulang. Oleh karena itu, cara yang digunakan yaitu melakukan satu kali uji dan menganalisis hasilnya untuk memprediksi reliabilitas instrumen (Sugiyono, 2007). Reliabilitas diukur dengan menggunakan persamaan koefisien *Alpha* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3.3.

$$\alpha = \frac{R}{R-1} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (3.3)$$

Keterangan :

$\alpha$  = Reliabilitas yang dicari  
 $\sigma_i^2$  = Varian butir soal  
 $\sigma_x^2$  = Varian skor total  
 $R$  = Jumlah butir soal

Pengujian reliabilitas tes dilakukan dengan membandingkan koefisien  $\alpha$  (reliabilitas) yang dihitung dengan nilai  $r$  *product moment* pada table. Tes dianggap reliable apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$ . Kriteria reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Reliabilitas

Indeks Reliabilitas	Kriteria Reliabilitas
0,00 < $r$ ≤ 0,20	Sangat Rendah
0,20 < $r$ ≤ 0,40	Rendah
0,40 < $r$ ≤ 0,60	Sedang atau Cukup
0,60 < $r$ ≤ 0,80	Tinggi
0,80 < $r$ ≤ 1,00	Sangat Tinggi

(Alika et al., 2018)

### 3. Uji Daya Pembeda

Tingkat di mana suatu pertanyaan dapat membedakan antara siswa dengan kemampuan tinggi dan rendah dikenal sebagai daya pembedanya (Arikunto, 2018). Hal ini dapat dilihat dari perbedaan jumlah siswa yang mampu menjawab soal sulit diantara kedua kelompok tersebut. Untuk menghitung daya pembeda digunakan Persamaan (3.4) (Depdiknas, 2019).

$$DP = \frac{MA-MB}{Skor\ maksimal} \quad (3.4)$$

Keterangan :

$DP$  = Daya pembeda soal

$MA$ = Mean kelompok atas

$MB$ = Mean kelompok bawah

Kriteria daya pembeda dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.3 Kriteria Daya Pembeda

Range Daya Pembeda	Kategori
$0,40 < DP \leq 1,00$	Baik sekali
$0,30 < DP \leq 0,40$	Baik
$0,20 < DP \leq 0,30$	Cukup
$0,00 \leq D \leq 0,20$	Jelek

(Arifin, 2017)

### 4. Uji Tingkat Kesukaran

Tujuan dari uji tingkat kesulitan adalah untuk menilai tingkat kesulitan setiap pertanyaan. Pertanyaan dikategorikan sebagai mudah, sedang,

atau menantang berdasarkan hasil uji tingkat kesulitan. Karena tidak terlalu mudah atau terlalu sulit, pertanyaan yang baik memiliki tingkat kesulitan yang seimbang (Kurniasi et al., 2020). Untuk menghitung tingkat kesulitan soal, dapat digunakan rumus yang tercantum pada Persamaan (3.5).

$$TK = \frac{Mean}{Skor\ maksimal} \quad (3.5)$$

Klasifikasi tingkat kesukaran untuk setiap butir soal disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.4 Klasifikasi Kesukaran Butir Soal

Range Tingkat Kesukaran	Kategori
$0,70 < TK \leq 1,00$	Mudah
$0,30 < TK \leq 0,70$	Sedang
$0,00 \leq TK \leq 0,30$	Sukar

(Arikunto, 2018)

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini difokuskan pada pengembangan instrumen tes berbasis HOTS yang bertujuan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis pada materi besaran dan satuan sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Pengembangan instrumen mengacu pada model 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan.

##### 1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap define (pendefinisian) yaitu langkah awal dalam proses pengembangan yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan merumuskan kebutuhan serta persyaratan dasar yang harus dipenuhi dalam penyusunan instrumen. Temuan kajian masalah pembelajaran tersebut mendukung perlunya dibuat alat penilaian berbasis HOTS untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa dalam konteks kuantitas dan satuan isi.

Guru fisika diwawancarai untuk mengumpulkan informasi tentang kegiatan pembelajaran. Wawancara dengan guru fisika mengungkapkan bahwa mereka belum sepenuhnya memasukkan soal-soal berbasis HOTS

ke dalam kompilasi soal mereka. Alat evaluasi kognitif siswa cenderung lebih berkonsentrasi pada kemampuan mereka untuk mengingat, memahami, dan menerapkan informasi. Akibat minimnya paparan terhadap soal-soal berbasis HOTS siswa menjadi kurang terlatih dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang saat ini sangat diperlukan.

## **2. Tahap *Design* (Perancangan)**

Tahap desain produk dilaksanakan untuk mempermudah pembuatan produk yang akan dibuat. Pembuatan rancangan ini dilaksanakan berdasarkan analisis kebutuhan. Tujuan dari tahap desain adalah untuk menyusun rancangan awal instrumen yang akan dikembangkan. Tahap desain produk dimulai dengan serangkaian langkah berikut:

### **a. Rancangan Awal**

Instrumen tes berbasis HOTS disusun dalam bentuk pilihan ganda beralasan sebanyak 40 soal, mengacu pada indikator kemampuan berpikir kritis siswa kelas X pada materi Besaran dan Satuan.

### **b. Penyusunan Kisi-kisi Instrumen Tes**

Kisi-kisi disusun mengacu pada silabus

dan mencakup instrumen penilaian untuk materi besaran dan satuan. Pembuatan kisi-kisi bertujuan untuk menentukan cakupan materi serta menjadi acuan dalam pembuatan soal. Kisi-kisi instrumen tes berbasis HOTS yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dapat ditemukan pada lampiran 2.

### **3. Tahap *Develop* (Pengembangan)**

Tahap pengembangan bertujuan untuk menyempurnakan instrumen yang telah dirancang agar dapat digunakan secara luas dan efektif. Tahap pengembangan (*Develop*) meliputi beberapa tahapan berikut:

#### **a. Penyusunan instrument tes**

Proses penyusunan instrumen tes diawali dengan membuat kisi-kisi yang sesuai pada Indikator Pencapaian Kompetensi. Soal-soal kemudian disusun berdasarkan kisi-kisi tersebut dan dirancang menggunakan format pilihan ganda beralasan dengan fokus pada *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Berikut adalah sebagian soal berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada gambarl 4.1.

**Gambar 4.1 Contoh Pengembangan Soal  
Berbasis HOTS**

<p>1. Dalam sebuah eksperimen, dua alat ukur yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda menunjukkan hasil yang berbeda secara konsisten. Alat pertama menunjukkan massa 10.0 g dengan ketidakpastian <math>\pm 0.1</math> g, dan alat kedua menunjukkan massa 10.2 g dengan ketidakpastian <math>\pm 0.05</math> g. Hasil mana yang lebih dapat dipercaya?</p> <p>A. Alat kedua (<math>10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}</math>)          B. Alat pertama (<math>10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}</math>)          C. Alat kedua (<math>10.2 \text{ g} \pm 0.02 \text{ g}</math>)          D. Alat kedua (<math>10.2 \text{ g} \pm 0.05 \text{ g}</math>)          E. Alat kedua (<math>10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}</math>)</p> <p>Alasan</p> <p>a. Memiliki ketidakpastian yang lebih kecil, menunjukkan bahwa alat tersebut lebih presisi dan akurat          b. Memiliki ketidakpastian yang lebih besar, menunjukkan bahwa alat tersebut lebih presisi dan akurat          c. Mencerminkan ketidakpastian sesuai dengan skala terkecil alat ukur          d. Alat ukur tetap akurat dan memberikan hasil yang tepat          e. Ketidakpastian total dihitung dengan menggabungkan ketidakpastian masing-masing pengukuran</p>	<p>Jawaban: D          Alasan: A</p>	<p>Skor 1 apabila jawaban yang diberikan benar          Skor 1 apabila alasan yang diberikan benar          Skor 0 apabila jawaban dan alasan yang diberikan salah</p>
--	--	--

#### b. Validasi Instrumen

Validasi instrumen adalah tahap krusial untuk mengevaluasi kesesuaian instrumen berdasarkan masukan dan saran dari para ahli. Proses validasi dilakukan oleh ahli dan mencakup validitas empiris. Hasil penilaian dari validator 1 dapat ditemukan pada tabel 4.1 berikut ini.

**Tabel 4.1 Penilaian Instrumen Oleh Validator 1**

Aspek	Skor	Kriteria
Aspek Isi	87%	Sangat Baik
Konstruksi	89%	Sangat Baik
Bahasa	94%	Sangat Baik
Rata-rata	90%	Sangat Baik



Soal-soal tes berbasis HOTS untuk menilai kemampuan berpikir kritis memperoleh skor validitas 90 berdasarkan hasil validasi, yang membuktikan bahwa alat tersebut andal dan sesuai untuk digunakan. Tabel 4.2 menunjukkan soal-soal tes berbasis HOTS terbaru yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis.

Tabel 4.2 Daftar Soal dari Saran validator 1

Tindakan	Nomor Soal
Revisi	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 19, 25, 26, 27, 28, 29
Tanpa Revisi	1, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40

Secara umum, saran dan masukan dari validator mencakup perbaikan pada kisi-kisi, soal yang belum sesuai dengan indikator, gambar, dan narasi bacaan soal. Dua validator, validator 1 dan validator 2, telah memverifikasi instrumen tes berbasis HOTS yang digunakan untuk menilai kemampuan berpikir kritis. Tabel 4.3 berikut menunjukkan temuan penilaian dari validator 2.

Tabel 4 3 Hasil Penilaian Oleh Validator 2

Aspek	Skor	Kriteria
Aspek Isi	91%	Sangat Baik
Konstruksi	90%	Sangat Baik
Bahasa	99%	Sangat Baik
Rata-rata	93%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil validasi item tes berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis oleh validator 2 memiliki skor validitas sebesar 93, maka dapat disimpulkan bahwa instrumen item tes berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis valid atau layak untuk diujicobakan pada uji terbatas namun sebagian item tes perlu diperbaiki sesuai saran dan masukan dari dosen ahli. Tabel 4.4 menunjukkan revisi item tes berbasis HOTS terkini yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis.

Tabel 4.4 Daftar Soal dari Saran Validator 2

<b>Tindakan</b>	<b>Nomor Soal</b>
Revisi	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35
Tanpa Revisi	11, 36, 37, 38, 39, 40

Saran dan masukan validator secara umum secara umum meliputi perbaikan kisi-kisi, soal yang belum masuk kategori keterampilan berpikir kritis, perbaikan soal yang belum sesuai dengan indikator, gambar dan narasi bacaan soal.

## **B. Uji Coba Produk**

Produk yang telah dikembangkan diuji coba pada responden, yaitu siswa yang telah mempelajari

materi besaran dan satuan. Sebelum dilakukan pengujian pada uji terbatas item soal tersebut dilakukan pengujian validitas oleh dosen ahli sehingga instrumen berpikir kritis valid atau layak diujicobakan di uji terbatas. Soal berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis diuji coba pada kelas X,yaitu kelas X MIPA 1 dengan jumlah 27 orang kemudian kelas X MIPA 2 dengan jumlah 30 orang. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi reliabilitas serta kualitas tiap soal, yang mencakup tingkat kesulitan dan daya beda soal.

a. Validitas Item Soal

Tujuan pengujian validitas adalah untuk menentukan apakah suatu item tes dapat diandalkan dalam mengukur kemampuan siswa. Instrumen tes berbasis HOTS yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur kemampuan berpikir kritis telah melalui pengujian validitas. Hasil uji item soal pada uji terbatas dianalisis secara statistik menggunakan teknik validitas dengan metode korelasi *Pearson correlation product moment* melalui SPSS 23 (Hosniah, 2023). Keputusan validitas diambil berdasarkan perbandingan antara nilai  $r$  hitung dan  $r$  table, jika  $r$  hitung  $>$   $r$  tabel maka item tes dinyatakan valid

secara empiris. Hasil uji validitas untuk item pertanyaan HOTS yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada Lampiran 15.

Berdasarkan hasil analisis uji validitas terhadap 40 soal, diperoleh sebanyak 37 soal yang memiliki nilai  $r$  hitung  $>$  dari  $r$  tabel. Maka dapat disimpulkan bahwa item soal sebanyak 37 soal dinyatakan valid untuk digunakan sebagai alat evaluasi dalam mengukur keterampilan berpikir kritis, sedangkan 3 soal yaitu soal nomor 15, 32, 36 menunjukkan nilai  $r$  hitung  $<$   $r$  tabel sehingga soal dinyatakan tidak valid untuk digunakan sehingga tidak akan dilanjutkan ke uji selanjutnya.

b. Reliabilitas Item Soal

Tujuan dari uji reliabilitas butir soal adalah untuk mengetahui apakah instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dapat diandalkan atau tidak. Prosedur uji reliabilitas penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisis *Alpha Cronbach* dan SPSS 23. Jika nilai *Alpha Cronbach* lebih besar dari 0,06, maka dapat disimpulkan bahwa item soal yang mengukur kemampuan berpikir kritis reliabel atau konsisten dalam

pengukurannya(Dewi & Sudaryanto, 2020). Hasil uji reliabilitas item soal kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada tabel 4.6..

Tabel 4.5 Hasil Reliabilitas Item Soal

Cronbach's Alpha	N of Items
.888	37

Berdasarkan hasil uji reliabilitas item tes berbasis HOTS untuk mengukur keterampilan berpikir kritis diketahui bahwa nilai reliabilitas *Alpha Cronbach* dari 37 soal yaitu  $0,888 > 0,60$ , maka dapat disimpulkan bahwa item tes kemampuan berpikir kritis reliabel atau konsisten dalam mengukur keterampilan berpikir kritis. Uji reliabilitas menjadi penting dilakukan untuk menjamin dan membuktikan bahwa instrumen tes memberikan hasil yang akurat, konsisten, dan adil. Pada penelitian ini menghasilkan reliabilitas sebesar 0,88 dimana skor tersebut telah masuk dalam kategori reliabilitas tinggi (Ramadhan et al., 2024). Dengan reliabilitas yang tinggi, evaluasi kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik menjadi lebih terpercaya, sehingga mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan berkualitas (Arikunto, 2010).

c. Uji Kesukaran Item Soal

Setelah dinyatakan reliabel butir instrumen kemudian di uji tingkat kesukarannya. Menilai distribusi proporsional pertanyaan dalam kategori mudah, sedang, dan sulit merupakan tujuan dari ujian tingkat kesulitan. Hasil uji kesukaran dapat dilihat pada Lampiran 16.

Dari data tersebut dapat kita lihat bahwa dari total 37 butir soal yang valid, terdapat sebanyak 26 soal dengan kategori sedang, 4 butir soal dengan kategori sukar, dan 7 soal dengan kategori mudah. Dari temuan-temuan ini, kita dapat menyimpulkan bahwa instrumen yang dibuat tidaklah terlalu sederhana atau terlalu rumit. Temuan-temuan ini menunjukkan hasil yang positif. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pertanyaan yang terlalu mudah tidak menginspirasi siswa untuk memecahkan masalah. Sebaliknya, pertanyaan yang terlalu sulit dapat membuat siswa tertekan dan melemahkan motivasi mereka untuk mencoba lagi karena mereka yakin tidak dapat menjawabnya.

Namun, menurut (Suwanto, 2016), soal yang terlalu sulit atau mudah bukan berarti tidak dapat digunakan. Hal ini tergantung pada tujuan

penggunaan instrumen soal. Jika jumlah peserta tes terlalu banyak dan hanya ingin meluluskan peserta terbaik, maka dipilih soal yang memiliki indeks kesukaran tinggi. Sebaliknya, jika jumlah peserta tes sedikit, maka disajikan soal dengan indeks kesukaran rendah (Restiyawati, 2020).

d. Uji Daya Beda Kesukaran Soal

Setelah uji kesukaran item soal dilakukan, langkah selanjutnya adalah uji daya beda untuk mengevaluasi sejauh mana instrumen dapat membedakan tingkat keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil uji daya beda dapat dilihat pada Lampiran 17.

Berdasarkan dari data tersebut dapat diketahui bahwa dari 37 soal terdapat 13 butir soal dengan kategori sangat baik yaitu: **4, 5, 6, 7, 9, 13, 20, 21, 23, 27, 29, 38, dan 39**. Sedangkan terdapat 19 soal dengan kategori baik yang memiliki daya beda antara **0,310 – 0,439** yaitu soal **1, 2, 3, 8, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 33, dan 40**. Sementara itu, soal dengan kategori Cukup dengan daya beda kurang dari **0,310**. Adalah sebanyak 5 soal yang meliputi **11, 22, 34, 35, dan 37**. Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar soal berada dalam kategori baik,

beberapa berada dalam kategori sangat baik, dan hanya sedikit yang tergolong cukup. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, kualitas soal cukup baik, meskipun ada beberapa butir yang perlu diperbaiki agar memiliki daya pembeda yang lebih tinggi.

Hasil uji daya pembeda dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana soal dapat membedakan siswa dengan kemampuan rendah dan tinggi dalam mengerjakan soal materi besaran dan satuan. Hal ini untuk menguatkan kemampuan soal dalam membedakan peserta didik berdasarkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mereka. Melalui uji ini, soal yang berkualitas dapat dipilih, direvisi, atau diperbaiki agar sesuai dengan tujuan pengukuran kemampuan kognitif yang lebih kompleks (Solichin, 2017). Instrumen yang dikembangkan pada penelitian ini menunjukkan hasil uji daya beda yang baik untuk melatih siswa dalam berpikir tingkat tinggi melalui soal berbasis HOTS.

### **C. Produk Akhir**

Untuk menilai kemampuan berpikir kritis pada pokok bahasan jumlah dan satuan, penelitian ini membuat 37 soal dalam bentuk instrumen tes



berbasis HOTS. Instruksi kerja, pedoman penilaian, kisi-kisi, kunci jawaban, dan lembar respons merupakan beberapa komponen instrumen yang dihasilkan.

#### **D. Keterbatasan Penelitian**

Di antara sekian banyak keterbatasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hanya siswa yang telah mempelajari besaran dan satuan yang mampu menggunakan instrumen tersebut.
2. Penelitian ini tidak memuat tahap penilaian efektivitas instrumen, dan percobaan dilakukan dalam skala kecil, yang dapat berdampak pada hasil data penelitian.

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan keseluruhan proses penelitian yang telah dilakukan serta hasil analisis data yang diperoleh pada setiap tahap, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil dengan mengacu pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan:

1. Pendekatan pengembangan dengan menggunakan model 4D digunakan untuk membuat instrumen tes berbasis HOTS yang menilai kemampuan berpikir kritis siswa tentang materi besaran dan satuan. Namun, penelitian ini hanya membahas tiga tahap, yaitu *define*, *design*, dan *develop*.
2. Instrumen tes berbasis HOTS telah melalui sejumlah uji kelayakan, termasuk daya pembeda, validitas instrumen, validitas butir, reliabilitas, dan tingkat kesulitan, untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa tentang materi besaran dan satuan. Penilaian dari validator 1 dan 2 menunjukkan bahwa 90% dan 93% soal dinyatakan valid, dengan 37 soal valid dan 3 soal tidak valid. Reliabilitas yang diperoleh sebesar 0,88, yang termasuk

dalam kategori reliabilitas tinggi. Tingkat kesukaran menunjukkan 2 soal dengan tingkat kesulitan sedang, 4 soal sulit, dan 7 soal mudah. Daya pembeda menunjukkan bahwa 13 soal memiliki daya pembeda sangat baik, 19 soal baik, dan 5 soal cukup.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil pengembangan instrumen tes yang mengacu pada keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dalam materi besaran dan satuan, terdapat beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, guna meningkatkan kualitas dan cakupan instrumen tersebut dalam konteks pembelajaran fisika. Adapun sarannya sebagai berikut:

1. Pengembangan instrument berpikir kritis pada bidang fisika lain menjadi potensi yang layak untuk diteliti lebih lanjut.
2. Mengujikan instrumen yang sama ke beberapa sekolah dengan tingkat mutu sekolah yang beragam, supaya didapat data yang memetakan kevalidan dari instrumen tes.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alika, M. F., Darsono, T., & Linuwih, S. (2018). Pengembangan Soal Model PISA Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP pada Materi Pemanasan Global. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 7(3), 58–65.
- Ardiyanti, Y. (2016). Berpikir Kritis Siswa Dalam Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Kunci Determinasi. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 5(2), 193. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v5i2.8544>
- Ariadila, S. N., Silalahi, Y. F. N., Fadiyah, F. H., Jamaluddin, U., & Setiawan, S. (2023). Analisis Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis Terhadap Pembelajaran Bagi Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(20), 664–669.
- Arifin, Z. (2017). Evaluasi Pembelajaran (Prinsip, Teknik dan Prosedur). In *Evaluasi Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2018). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan edisi 3*. Bumi Aksara.
- Bakhtiar, Mustari, & Baharsyah. (2023). Hubungan Pembelajaran Hots (High Order Thinking Skill) Dengan Kemampuan Berpikir Peserta Didik. *Jurnal Pemikiran, Penelitian Hukum, Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan*, 10(3), 157–165.
- Damanik, F. C., & Irfandi. (2021). Pengembangan Instrumen

- Tes Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) Bentuk Pilihan Ganda Berdasarkan Taksonomi Bloom Revisi Pada Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 10(1), 14–20.
- Depdiknas. (2019). Panduan Penuisan Butir Soal. *Direktoral Jendral Manajemen Pendidikan Dasar*, 19.
- Desiriah, E., & Setyarsih, W. (2021). Tinjauan Literatur Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (Hots) Fisika Di Sma. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 79. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4436>
- Farida, I. (2017). *Evaluasi Pembelajaran Berdasarkan Kurikulum Nasional*. PT Remaja Rosdakarya.
- Fikri, M., & Munfarida, E. (2023). Konstruksi Berpikir Kritis dalam Pendidikan Islam : Analisis Tafsir Maudhu ' i Berdasarkan Al- Qur ' an. *Jurnal Pendidikan Agama Islam: Al-Thariqah*, 8(1), 108–120. [https://doi.org/10.25299/al-thariqah.2023.vol8\(1\).11469](https://doi.org/10.25299/al-thariqah.2023.vol8(1).11469)
- Fina Faizah, Yuliana, I. F., & Rosyidah Syafaatur Rohmah. (2022). Pengembangan Instrumen Objektif Disertai Alasan Berbasis HOTS Ditinjau Dari Validasi Ahli Untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Chemistry Education Practice*, 5(2), 157–162. <https://doi.org/10.29303/cep.v5i2.3518>

- Hadayani, D. O., Delinah, & Nurlina. (2020). Membangun Karakter Siswa Melalui Literasi Digital Dalam Menghadapi Pendidikan Abad 21 (Revolusi Industri 4.0). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 21, 999–1015.
- Hanifah, N. (2019). Pengembangan instrumen penilaian Higher Order Thinking Skill (HOTS) di sekolah dasar. *Conference Series Journal*, 1(1), 18–23.
- Hanik, A., Ashari, & Ngazizah, N. (2020). *PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES BERBASIS HIGHER ORDER THINKING SKILLS ( HOTS ) KELAS V MADRASAH IBTIDAIYAH DEVELOPMENT OF TEST INSTRUMENTS BASED ON HIGHER ORDER THINKING SKILLS ( HOTS ) CLASS V MADRASAH IBTIDAIYAH. 2 NO. 1*(10), 74–84.
- Herman, T., Hasanah, A., Nugraha, R. C., Harningsih, E., Ghassani, D. A., & Marasabessy, R. (2022). Pembelajaran Berbasis Masalah-High Order Thinking Skill (HOTS) pada Materi Translasi. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 1131–1150. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i1.1276>
- Indrajit, D. (2009). *Mudah dan Aktif Belajar Fisika 1*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Karyono, Palupi, D. S., & Suharyanto. (2009). FISIKA untuk SMA dan MA Kelas X Jilid 1. In *Jpgsd* (Vol. 9, Nomor 3). Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

- Khasanah, B. A., & Ayu, I. D. (2017). KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BRAIN BASED LEARNING. *Eksponen*, 7(2), 46–53.
- Khoirunnisa Sofyan, D., & Sabani. (2022). Pengembangan Instrumen Tes Multiple Choice Reasoning Terbuka Untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Development of Open Multiple Choice Reasoning Test Instruments To Measure Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Natural Sciences*, 3(3), 117–127. <https://doi.org/10.34007/jonas.v3i3.297>
- Komarudin, & Sarkadi. (2017). *Evaluasi Pembelajaran*.
- Kurniasi, E. R., Y, Y., & Karennisa, F. (2020). Analisis Soal Ulangan Harian Matematika Kelas IX SMP Negeri 1 Toboali. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 12(1), 43–52. <https://doi.org/10.37640/jip.v12i1.276>
- Listiani, W., & Rachmawati, R. (2022). Transformasi Taksonomi Bloom dalam Evaluasi Pembelajaran Berbasis HOTS. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 2(03), 397–402. <https://doi.org/10.57008/jjp.v2i03.266>
- Luchmayanti, W., Susanto, Monalisa, L. A., Sugiarti, T., & Murtikusuma, R. P. (2019). *Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Kontekstual Geometri Bertemakan Gudang Atag*. 1–164.

- Marada, R., Nusantara, E., & Dama, L. (2021). Pengembangan Instrumen Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi. *Jurnal Normalita*, 9(2), 188–194.
- Mukti, T. S., & Istiyono, E. (2018). instrumen Penelitian Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA Negeri Mata Pelajaran Biologi Kelas X. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 107–112. <http://dx.doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v11i2.21624>
- Nurachmandani, S. (2009). *FISIKA 1 Untuk kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Nurfillaili, U., T. M. Y., & Anggereni, S. (2016). Pengembangan Instrumen Tes Hasil Belajar Kognitif Mata Sma Negeri Khusus Jeneponto Kelas Xi Semester I. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 83–87.
- Pramarth, I. N. B., Lalita Rathintara, I. A., & Astapa, I. G. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Journal on Education*, 6(1), 680–686. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2982>
- Priyambodo, T. K., & Eka Jati, B. M. (2009). *FISIKA DASAR UNTUK MAHASISWA ILMU KOMPUTER*. ANDI.
- Purnasari, P. D., Silvester, S., & Lumbantobing, W. L. (2021). Pengembangan Instrumen Asesmen Higher Order



- Thingking Skills (Hots) Ditinjau Dari Gaya Belajar Siswa. *Sebatik*, 25(2), 571–580. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1607>
- Rahman, A. A., & Nasryah, C. E. (2019). Evaluasi Pembelajaran. In *Uwais Inspirasi Indonesia*.
- Sani, R. A. (2016). *PENILAIAN AUTENTIK*. Bumi Aksara.
- Saputro, B. (2018). *PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI OPTIKA*.
- Sari, D. S., Widiyawati, Y., & Nurwahidah, I. (2019). Pengembangan Instrumen Integrated Science Test untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship VI Tahun 2019*, 1–9.
- Sari, M. P., & Masturi. (2023). Instrumen Tes Higher Order Thinking Skills Materi Keseimbangan Benda Tegar. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 39–46. <https://doi.org/10.31851/luminous.v4i1.11211>
- Sofia, W. N. (2021). Interpretasi Imam Al-Maraghi dan Ibnu Katsir Terhadap Qs. Ali Imran Ayat 190-191. *Tafkir: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, 2(1), 41–57. <https://doi.org/10.31538/tijie.v2i1.16>
- Sugiharni, G. A., & Setiasih, N. W. (2018). Validasi Butir Instrumen Evaluasi Model Alkin Menggunakan Formula

- Aiken. *Prosiding seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 31-37.  
<https://www.scribd.com/document/553632065/1223-61-1787-1-10-20180914>
- Sugiyono. (2007). Statistika Untuk Penelitian. In *Alfabeta Bandung* (Vol. 12, hal. 1-415).
- Sumarsono, J. (2016). *Fisika Untuk SMA/MA Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Suratman, B., Wulandari, S. S., & Nugraha, J. (2019). Relevance of office administrative education and vocational high school curriculum to improve teacher learning: empirical study from Indonesia. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 15(April), 263-272. <http://www.serialsjournal.com>
- Susanti, W., Saleh, L. F., Nurhabibah, Gultom, A. B., Saloom, G., Ndorang, T. A., Sukwika, T., Nurlaly, L., Suroyo, Mulya, R., & Lisnasari, S. F. (2022). PEMIKIRAN KRITIS DAN KREATIF. In *Jurnal Sains dan Seni ITS* (Vol. 6, Nomor 1). Media Sains Indonesia.  
<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>  
<http://fiskal.kemenkeu.go.id/ejournal>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055>  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006>
- Tomoliyus, T., & Sunardianta, R. (2020). Validitas Aiken's

instrumen tes untuk mengukur reaktif agility olahraga khusus tenis meja. *Jurnal Keolahragaan*, 8(2), 148–157.  
<https://doi.org/10.21831/jk.v8i2.32492>

Winari, D. R., & Masturi, M. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Two-Tier Multiple Choiche Berbasis Hots Pada Materi Rangkaian Arus Bolak-Balik. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 11(01).  
<https://doi.org/10.24114/inpafi.v11i01.43856>

Wisnu Antara, I. G., Arnyana, I. B. P., & Margunayasa, I. G. (2021). Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis Hots (Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi) Pada Tema Ekosistem Siswa Kelas V Sd. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(2), 246–257.  
[https://doi.org/10.23887/jurnal\\_pendas.v5i2.294](https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v5i2.294)

Wiwik Setiati Oktavia Asmira, Y. A. (2020). Buku Penilaian Berorientasi Higher Order Thinking Skills. *Pedagogika*, 10(2), 84–94.

Yolanza, R., & Mardianto, M. (2022). Analisis Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Mata Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Belajea: Jurnal Pendidikan Islam*, 7(1), 27.  
<https://doi.org/10.29240/belajea.v7i1.4339>

## LAMPIRAN

## Lampiran 1 Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Semarang, 02 Februari 2023

Nomor : B. 968 /Un.10.8/J6/DA.04.09/02/2023  
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :  
Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
di Semarang

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Ayuni Liza Putri Hasibuan  
NIM : 1908066006  
Judul : **Pengembangan Instrument Tes Berbasis HOTS untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Materi Besaran dan Satuan**

Dan menunjuk Saudara :  
Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd. sebagai Pembimbing Skripsi.

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

A.n Dekan  
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
N.P. 19760214 200801 1 011

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

## Lampiran 2 Lembar Pengesahan Seminar Proposal



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185  
E-mail : fst@walisongo.ac.id. Website : www.fst.walisongo.ac.id

### PENGESAHAN

Naskah proposal skripsi berikut ini:

Judul : PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES BERBASIS HOTS UNTUK MENGUKUR  
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA MATERI BESARAN DAN SATUAN

Penulis : Ayuni Liza Putri Hasibuan  
NIM : 1908066006  
Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam seminar proposal oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 28 Mei 2024

### DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
NIP. 197602142008011011

Penguji II,

Drs. H. Jasuri, M.Si.  
NIP. 196710141994031005

Penguji III,

Irman Said Prastyo, M.Sc.  
NIP. 199112282049031009

Penguji IV,

Hartono, M.Sc.  
NIP. 199009242019031006

Pembimbing,

Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
NIP. 197602142008011011

## Lampiran 3 Surat Izin Riset



**KEMENTERIAN AGAMA RI REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang  
 E-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id) Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.79441/U.10.8/k/sp.01.08/10/2024

Semarang, 23 Oktober 2024

Lamp : Proposal Skripsi

Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.

Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Boja

Jalan Raya No.203 D, Simbang, Bebengan, Boja

Di tempat

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Ayuni Liza Putri Hazibuan  
 NIM : 1908066006  
 Jurusan : PENDIDIKAN FISIKA  
 Judul : Perkembangan Instrumens Tes Berbasis HOTS untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Materi Besaran dan Satuan  
 Semester : XI (Sebelas)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / Ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 28 Oktober 2024 – 09 Desember 2024.

Demikian atas perhatian dan kerja samanya disampaikan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Paris, SH, M.H  
 NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Arsip

## Lampiran 4 Surat Permohonan Validasi Instrumen



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185

E-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id), Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.7473/Un.10.8/D/SP.01.06/10/2024  
Lamp : -  
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr. Susilawati, M.Pd  
Dosen Validator Instrumen Tes  
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)
2. Affa Ardhi Saputri, M.Pd  
Dosen Validator Instrumen Tes  
(Dosen PENDIDIKAN FISIKA FST UIN Walisongo)

3. -

-

(Dosen FST UIN Walisongo)

4. -

-

(Dosen FST UIN Walisongo)  
di tempat.

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : **Ayuni Liza Putri Hasibuan**  
NIM : 1908066006  
Program Studi : PENDIDIKAN FISIKA  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Walisongo  
Judul : Pengembangan Instrumen Tes Berbasis HOTS untuk  
M mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Materi  
Besaran dan Satuan

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 10 Oktober 2024

Di Dekan,  
Kebag. Tata Usaha,



Md. Kharis, SH, M.H

NIP. 19691017 199403 1 002

## Lampiran 5 Hasil Wawancara Pra Riset

**Hari, Tanggal :**

**Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Boja**

**Guru :**

1. Jenis instrumen apa yang Bapak/Ibu gunakan dalam kegiatan evaluasi?

**Jawaban:** Pilihan ganda dan isian singkat

2. Bagaimana karakteristik instrumen yang Bapak/Ibu gunakan dalam evaluasi pembelajaran terutama materi besaran dan satuan? Apakah sudah mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik?

**Jawaban:** Lebih sering menggunakan soal isian singkat, soal yang diberikan mencakup aspek kognitif dan afektif tetapi masih jarang diberikan soal HOTS

3. Apakah instrumen yang telah dibuat dan diujikan pada proses evaluasi sudah teruji karakteristiknya dan memiliki acuan penilaian/rubrik penilaian?

**Jawaban:** soal evaluasi diambil dari modul ajar dan tidak ada acuan penilaian.

4. Apakah dalam pembelajaran Bapak/Ibu menggunakan RPP dengan target yang menyesuaikan pada tingkat kemampuan siswa?

**Jawaban:** Tidak menggunakan RPP tetapi menggunakan modul ajar

5. Menurut Bapak/Ibu bagaimana hasil belajar yang



diperoleh peserta didik setelah melaksanakan evaluasi menggunakan instrumen tersebut?

**Jawaban:** Terdapat peningkatan tetapi belum signifikan

6. Bagaimana kemampuan berpikir kritis peserta didik terutama pada materi besaran dan satuan?

**Jawaban:** Masih kurang kritis

7. Apa yang menyebabkan rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik terkhusus pada materi besaran dan satuan?

**Jawaban:** Rendahnya minat terhadap mata pelajaran Fisika,

8. Apakah Bapak/Ibu sudah mengimplementasikan pengukuran kemampuan berpikir kritis? Jika blum apa kendalanya? Jika sudah bagaimana hasilnya?

**Jawaban:**

9. Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan instrumen untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siwa?

**Jawaban:** Belum pernah

10. Bagaimana tanggapan Bapak/Ibu tentang pengembangan instrumen kemampuan berpikir kritis pada materi besaran dan satuan?

**Jawaban:** Sangat bagus

### Lampiran 6 Kisi-Kisi Instrumen Tes HOTS untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis

Aspek	Indikator	Indikator Soal	Kemampuan Kognitif	Tipe Soal	No. Butir
Memberikan penjelasan sederhana ( <i>elementary classification</i> )	Menfokuskan pertanyaan	Peserta didik mampu mempertimbangkan rumusan masalah dan menjawab yang mungkin mengenai permasalahan konsep kesalahan pengukuran	C5	Pilihan ganda beralasan	1.
		Peserta didik mampu menganalisis konsep besaran pokok yang benar	C4		2.
		Peserta didik mampu menentukan rumusan masalah dan menjawab yang mungkin hasil pengukuran masa benda dengan neraca ohaus	C4		3.
		Peserta didik mampu menentukan rumusan masalah dan menjawab yang mungkin massa air dari hasil pengukuran	C4		4.
		Peserta didik mampu menentukan rumusan masalah dan menjawab yang mungkin terkait konsep pengukuran berulang	C4		5.
		Peserta didik mampu menganalisis hasil pengukuran menggunakan alat ukur mikrometer sekrup	C4		6.
	Menganalisis	Peserta didik mampu menganalisis	C4		7.

Aspek	Indikator	Indikator Soal	Kemampuan Kognitif	Tipe Soal	No. Butir
	Argumen	kebeneran argumen hasil pengukuran			
		Peserta didik mampu menganalisis kebeneran argumen hasil pengukuran	C4	Pilihan ganda beralasan	8.
		Peserta didik mampu menganalisis hasil pengukuran dan dikaitkan dengan aturan angka penting	C4		9.
		Peserta didik mampu menganalisis kebeneran argumen terkait kesalahan pengukuran	C5		10.
		Peserta didik mampu menganalisis kebenaran hasil pengukuran dari dua alat ukur	C4		11.
Membangun keterampilan dasar (Basic Support)	Mencari kredibilitas sumber informasi	Peserta didik mampu membuktikan benar atau salah dari suatu persamaan dimensi	C5	Pilihan ganda beralasan	12.
		Peserta didik mampu menganalisis kebenaran suatu persamaan dengan analisis dimensional	C4		13.
		Peserta didik mampu mengevaluasi kebenaran informasi mengenai pengukuran	C5		14.
	Mengobservasi dan melaporkan	Peserta didik mampu menyimpulkan laporan hasil pengukuran dengan neraca ohaus dan neraca analitik	C5		15.

Aspek	Indikator	Indikator Soal	Kemampuan Kognitif	Tipe Soal	No. Butir
	hasil observasi	Peserta didik mampu menyimpulkan laporan hasil pengukuran dan dilengkapi dengan ketidakpastian mutlak	C5		16.
		Peserta didik mampu mempertimbangkan penulisan hasil pengukuran dengan benar	C5		17.
		Peserta didik mampu menganalisis massa jenis bahan kubus dari hasil pengukuran menggunakan jangka sorong dan neraca ohaus	C4		18.
Menyimpulkan ( <i>inference</i> )	Membuat deduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi	Peserta didik mampu menganalisis besaran penurunan persamaan atau rumus	C4	Pilihan ganda beralasan	19.
		Peserta didik mampu menganalisis penurunan Rumus dimensi dari tatapan gas umum	C4		20.
	Membuat dan menilai induksi	Peserta didik mampu menyimpulkan dimensi dari konstan Coulomb	C5		21.
		Peserta didik mampu menyimpulkan hasil pengukuran massa dan volume	C5		22.
		Peserta didik mampu menganalisis massa jenis benda	C4		23.
		Peserta didik mampu membuat kesimpulan	C5		24.

Aspek	Indikator	Indikator Soal	Kemampuan Kognitif	Tipe Soal	No. Butir
	Mengevaluasi	hasil laporan pengukuran			
		Peserta didik mampu menganalisis hasil pengukuran diameter gelas	C4		25.
		Peserta didik mengevaluasi hasil laporan pengukuran kuat arus (A) dengan peraturan angka penting	C5		26.
		Peserta didik mampu menganalisis hasil pengukuran kelereng menggunakan mikrometer sekrup	C4		27.
		Peserta didik mampu menyesuaikan hasil pengukuran berat benda kedalam satuan $\text{kg.m. s}^{-2}$	C5		28.
		Peserta didik mampu menganalisis berat tambahan pada neraca agar seimbang	C4		29.
Penjelasan lebih lanjut ( <i>Advance clarification</i> )	Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan definisi	Peserta didik mampu mempertimbangkan rantai yang tertutup keramik dengan notasi ilmiah dan mengetahui ketentuan notasi ilmiah	C5	Pilihan ganda beralasan	30.
		Peserta didik mampu mempertimbangkan suhu akhir gas dengan alasan yang benar	C5		31.
		Peserta didik mampu menafsirkan dimensi dari suatu persamaan	C5		32.

Aspek	Indikator	Indikator Soal	Kemampuan Kognitif	Tipe Soal	No. Butir
	Mengidentifikasi asumsi-asumsi	Peserta didik mampu menganalisis asumsi yang mendasari perhitungan gaya	C4		33.
		Peserta didik mampu menganalisis asumsi pengukuran mistar dan jangka sorong	C4		34.
		Peserta didik mampu menyesuaikan suatu jarak kedalam notasi ilmiah dan angka penting	C4		35.
		Peserta didik mampu menghitung panjang karet pengapus A dan B berdasarkan pengukuran menggunakan penggaris	C4		36.
Strategi dan taktik ( <i>Strategi and tactics</i> )	Menentukan suatu Tindakan	Peserta didik mampu merancang solusi jika terjadi kelasahan kalibrasi dalam pengukuran	C6	Pilihan ganda beralasan	37.
		Peserta didik mampu menentukan tempat meletakkan tabung dalam alat ukur jangka sorong	C5		38.
		Peserta didik mampu merancang Tindakan yang dilakukan Ketika terjadi kesalahan dalam pengukuran	C6		39.
		Peserta didik mampu menentukan pencacatan yang tepat dalam ketidakpastian pengukuran	C5		40.

## Lampiran 7 Lembar Validasi

### LEMBAR VALIDASI SOAL HOTS UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

- Judul : Pengembangan Instrumen Tes Berbasis Hots untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Materi Besaran dan Satuan
- Peneliti/NIM : Ayuni Liza Putri Hashbuan/1908066006
- Pembimbing/NIP: Dr. Joko Budi Poernomo/197602142008011011
- Validator/NIP : Susilowati /19860512619032010
- Tanggal : 26 September 2024
- A. Petunjuk Pengisian Oleh Validator
1. Lembar validasi dan diisi oleh validator
  2. Penilaian kevalidan diisi pada setiap butir pernyataan
  3. Penilaian kevalidan setiap indikator dan aspek penilaian tes kemampuan berpikir kritis dinyatakan dengan skor:  
1 = jika indikator penilaian soal terpenuhi  
0 = jika indikator penilaian soal tidak terpenuhi
  4. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar khusus setiap aspek pada kolom catatan dan komentar serta saran perbaikan secara umum terhadap isi angket validasi pada bagian yang telah disediakan.
  5. Atas kesediaan dan bantuan dari Bapak/Ibu diucapkan terimakasih





[illegible][illegible]

[illegible][illegible]





KOMENTARISARAH: Paket soal ini sebagai Soal HOTS untuk mengukur kemampuan berpikir kritis. Sebagai contoh, dapat ditanyakan: a) Abi 24 liter minyak, kemudian ia akan membeli minyak yang dijual dengan harga Rp. 15.000,00. b) Setelah membeli minyak, ia akan membeli beras yang dijual dengan harga Rp. 12.000,00. c) Setelah membeli beras, ia akan membeli telur yang dijual dengan harga Rp. 10.000,00. d) Setelah membeli telur, ia akan membeli daging yang dijual dengan harga Rp. 18.000,00. e) Setelah membeli daging, ia akan membeli ikan yang dijual dengan harga Rp. 14.000,00. f) Setelah membeli ikan, ia akan membeli sayur yang dijual dengan harga Rp. 16.000,00. g) Setelah membeli sayur, ia akan membeli buah yang dijual dengan harga Rp. 12.000,00. h) Setelah membeli buah, ia akan membeli roti yang dijual dengan harga Rp. 10.000,00. i) Setelah membeli roti, ia akan membeli minuman yang dijual dengan harga Rp. 8.000,00. j) Setelah membeli minuman, ia akan membeli camilan yang dijual dengan harga Rp. 6.000,00. k) Setelah membeli camilan, ia akan membeli mainan yang dijual dengan harga Rp. 4.000,00. l) Setelah membeli mainan, ia akan membeli buku yang dijual dengan harga Rp. 3.000,00. m) Setelah membeli buku, ia akan membeli alat tulis yang dijual dengan harga Rp. 2.000,00. n) Setelah membeli alat tulis, ia akan membeli perlengkapan sekolah yang dijual dengan harga Rp. 1.000,00. o) Setelah membeli perlengkapan sekolah, ia akan membeli perlengkapan rumah yang dijual dengan harga Rp. 500,00. p) Setelah membeli perlengkapan rumah, ia akan membeli perlengkapan dapur yang dijual dengan harga Rp. 300,00. q) Setelah membeli perlengkapan dapur, ia akan membeli perlengkapan kamar yang dijual dengan harga Rp. 200,00. r) Setelah membeli perlengkapan kamar, ia akan membeli perlengkapan mandi yang dijual dengan harga Rp. 100,00. s) Setelah membeli perlengkapan mandi, ia akan membeli perlengkapan pakaian yang dijual dengan harga Rp. 50,00. t) Setelah membeli perlengkapan pakaian, ia akan membeli perlengkapan kecantikan yang dijual dengan harga Rp. 25,00. u) Setelah membeli perlengkapan kecantikan, ia akan membeli perlengkapan kesehatan yang dijual dengan harga Rp. 12,50. v) Setelah membeli perlengkapan kesehatan, ia akan membeli perlengkapan olahraga yang dijual dengan harga Rp. 6,25. w) Setelah membeli perlengkapan olahraga, ia akan membeli perlengkapan transportasi yang dijual dengan harga Rp. 3,125. x) Setelah membeli perlengkapan transportasi, ia akan membeli perlengkapan komunikasi yang dijual dengan harga Rp. 1,5625. y) Setelah membeli perlengkapan komunikasi, ia akan membeli perlengkapan hiburan yang dijual dengan harga Rp. 0,78125. z) Setelah membeli perlengkapan hiburan, ia akan membeli perlengkapan lainnya yang dijual dengan harga Rp. 0,390625.

#### B. Kesimpulan

Soal tes kemampuan berpikir kritis ini dinyatakan \*):

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai komentar dan saran atau masukan
3. Tidak layak digunakan

\*) Mohon lingkari nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

Semarang,  
Valdinar



(Susilawati.....)

NIP. 1986012201903 2010

**LEMBAR VALIDASI SOAL HOTS UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

Judul : Pengembangan Instrumen Tes Berbasis Hots untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Materi  
Besaran dan Satuan

Peneliti/NIM : Ayu Ni Liza Putri Hasbiyuni/1908066006

Pembimbing/NIP : Dr. Joko Budi Poernomo/197602142008011011

Validator/NIP : Affa Andika Septa Yn

Tanggal :

**A. Petunjuk Pengisian Oleh Validator**

1. Lembar validasi diisi oleh validator
2. Penilaian kevalidan diisi pada setiap butir pernyataan
3. Penilaian kevalidan setiap indikator dan aspek penilaian tes kemampuan berpikir kritis dinyatakan dengan skor:  
1 = jika indikator penilaian soal terpenuhi  
0 = jika indikator penilaian soal tidak terpenuhi
4. Moton Bapak/Ibu memberikan komentar khusus setiap aspek pada kolom catatan dan komentar serta saran perbaikan secara umum terhadap isi angket validasi pada bagian yang telah diseleksi.
5. Atas kesediaan dan bantuan dari Bapak/Ibu diucapkan terimakasih















**Lampiran 8 Draf Awal Instrumen Tes HOTS untuk  
Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis**

**LEMBAR SOAL INSTRUMEN TES HOTS  
MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : X/Ganjil

Pokok Bahasan : Besaran dan Satuan

Waktu : 90 Menit

---

**PETUNJUK Pengerjaan Soal:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal.
2. Periksa soal dan lembar jawab sebelum mengerjakan soal.
3. Setiap soal terdiri dari dua tingkat pertanyaan: tingkat pertama berupa soal pilihan ganda dan tingkat kedua berupa alasan dari jawaban anda.
4. Jawablah soal pilihan ganda dengan memberikan tanda (X) pada salah satu pilihan jawaban A,B,C,D atau E pada lembar jawab.
5. Beri tanda (X) pada salah satu pilihan A,B,C,D atau E pada lembar jawab untuk alasan dari jawaban pilihan ganda yang telah anda pilih.
6. Kerjakan semua soal yang tersedia pada lembar jawab.

7. Dilarang mencoret-coret lembar soal.
8. Dilarang mencontek dan bekerjasama dengan teman.
9. Kumpulkan lembar soal dan lembar jawab setelah selesai mengerjakan semua soal.

**Kerjakan soal-soal dibawah ini!**

1. Bacalah permasalahan brikut ini!

TEMPO.COM Petugas Dinas Perindustrian dan Perdagangan Jawa Tlmur menggelar tera ulang timbangan di kantor Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur, Selasa, 3 November 2015. Puluhan pedagang di Pasar Kamal dan pemi pemilik toko kelontong datang membawa timbangan mereka untuk diservis.

“Mayoritas timbangan yang dibawa tidak sesuai dengan standar nasional,” kata Dary, petugas tera dari Unit Pelaksana Tugas Bidang Kemetrologian Pamekasan Dinas Perindustrian dan Perdagangan Jawa Timur.

Menurut dia, ada banyak hal yang menyebabkan timbangan pedagang tidak sesuai dengan standar nasional, di antaranya cara pemakaian yang tidak tepat dan lain-lain. Tentu ada juga yang sengaja diakali. “Tapi mayoritas yang dibawa ke sini karena faktor alam, yaitu karatan, sehingga keseimbangan berubah melewati batas toleransi selisih sebesar 20

gram untuk timbangan 5 kilogram," ujarnya.

Berdasarkan permasalahan tersebut rumusan masalah dan jawaban yang mungkin yaitu....

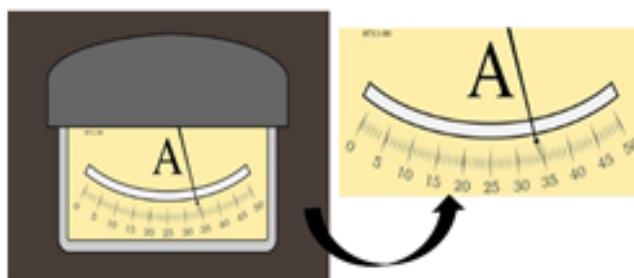
- A. Mengapa menyorisitas timbangan tidak sesuai dengan standar nasional?
- B. Apakah faktor penyebab kesalahan pengukuran yang dilakukan penjual?
- C. Bagaimana cara melakukan perawatan pada timbangan?
- D. Apakah faktor penyebab kerusakan pada timbangan?
- E. Bagaimana cara perawatan timbangan dengan benar?

**Alasan:**

- A. Hal yang menyebabkan timbangan pedagang tidak sesuai dengan standar nasional, di antaranya cara pemakaian yang tidak tepat dan lain-lain
- B. Faktor penyebab kesalahan pengukuran berdasarkan permasalahan tersebut yaitu kesalahan sistematis. Kesalahan sistematik merupakan kesalahan yang disebabkan oleh alat yang digunakan dan atau lingkungan di sekitar alat yang memengaruhi kinerja alat. Misalnya, kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan

komponen alat atau kerusakan alat, kesalahan paralaks, perubahan suhu, dan kelembaban

- C. Kesalahan umum adalah kesalahan yang disebabkan keterbatasan pada pengamat saat melakukan pengukuran. Kesalahan ini dapat disebabkan karena kesalahan membaca skala kecil, dan kekurangterampilan dalam menyusun dan memakai alat ukur.
- D. Penyebab kerusakan pada timbangan yaitu diakibatkan jarang dipakai
- E. Perawatan timbangan yaitu timbangan seharusnya sering dibersihkan

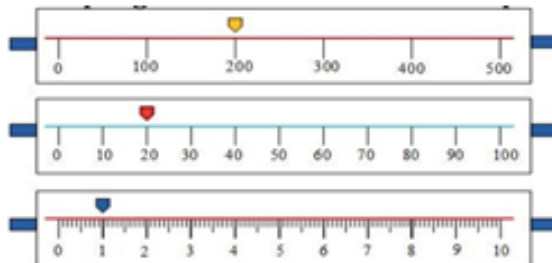


2. Jika pada gambar diatas didapatkan batas ukur 4A, berapakah kuat arus listrik yang didapatkan oleh hasil pengukuran ampermeter tersebut?
- A. 2,8 A
  - B. 28 A
  - C. 3,5 A
  - D. 35 A
  - E. 5 A



**Alasan:**

- A. Kuat arus menunjukkan jumlah arus yang dibentuk
  - B. Kuat arus menunjukkan muatan arus air yang dihasilkan dalam bentuk listrik
  - C. Kuat arus menunjukkan muatan energi pada paralel
  - D. Kuat arus menunjukkan jumlah energi yang digunakan dan dihasilkan oleh genset dalam bentuk listrik
  - E. Kuat arus menunjukkan muatan energi yang diuraikan oleh genset dalam bentuk listrik
3. Berikut adalah hasil pengukuran massa benda dengan menggunakan neraca ohaus lengan tiga!



Berdasarkan gambar tersebut pertanyaan apa yang timbul?

- A. Berapa hasil dari berat massa yang diukur oleh neraca ohaus tersebut?

- B. Berapa panjang yang dapat diukur oleh neraca ohaus tersebut?
- C. Berapa hasil diameter oleh neraca ohaus tersebut?
- D. Berapa hasil dari tekanan yang diukur oleh neraca ohaus tersebut?
- E. Berapa hasil dari tinggi benda yang diukur oleh neraca ohaus tersebut?

**Alasan:**

- A. Hasil berat massa yaitu 220 gram dengan Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,02 gram
  - B. Hasil panjang yaitu 20 cm Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,2 gram
  - C. Hasil berat massa yaitu 22 gram Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,01 gram
  - D. Hasil berat massa yaitu 220 dengan Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,1 gram
  - E. Hasil berat massa yaitu 221 gram Neraca ohaus memiliki ketelitian 1 gram
4. Massa kosong sebuah tangki adalah 3,67 kg. ketika diisi air sampai ketinggian tertentu, massanya menjadi 52,7 kg. Berdasarkan pernyataan tersebut manakah pertanyaan dan jawaban yang mungkin?
- A. Bagaimana air jika dimasukkan batu?

- B. Berapakah tinggi air tersebut?
- C. Apakah air tebut dingin?
- D. Berapakah massa air dalam tangki tersebut?
- E. Berapakah rata-rata air dalam tentu tersebut?

**Alasan:**

- A.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} - m_{\text{air}} = 39 \text{ kg}$
- B.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} + m_{\text{tangki+air}} = 47,2 \text{ kg}$
- C.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki+air}} - m_{\text{tangki}} = 49,0 \text{ kg}$
- D.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} + m_{\text{tair}} = 50 \text{ kg}$
- E.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} = 51,5 \text{ kg}$

5. Tasya melakukan percobaan pengukuran percepatan gravitasi secara berulang sebanyak lima kali dan didapatkan hasil yaitu  $9,5 \text{ m/s}^2$ ;  $9,6 \text{ m/s}^2$ ;  $8,9 \text{ m/s}^2$ ;  $9,2 \text{ m/s}^2$ , dan  $10 \text{ m/s}^2$ . Berdasarkan pernyataan tersebut rumusan masalah yang tepat yaitu....

- A. Apakah alasan dilakukannya pengukuran berulang?
- B. Bagaimana prosedur pengukuran tidak berulang?
- C. Bagaimana perhitungan pengukuran langsung?
- D. Berapakah nilai perhitungan ke 10?
- E. Bagaimana dampak jika dilakukan pengukuran langsung?

**Alasan:**

- A. Pengukuran berulang karena alat rusak

- B. Pengukuran berulang karena ketidakpastian pengukuran lebih besar dari pengukuran tunggal
  - C. Pengukuran berulang karena pengukuran tunggal lebih teliti
  - D. Pengukuran berulang karena pengukuran tunggal lebih besar
  - E. Pengukuran berulang karena hasil pengukuran berulang lebih mendekati nilai yang sebenarnya
6. Hasil pengukuran tebal selembar kertas dengan menggunakan micrometer sekrup adalah sebagai berikut:
- (1) Skala utamanya menunjukkan 0,5 mm
  - (2) Skala noniusnya menunjukkan 15 mm

Tebal kertas tersebut adalah...

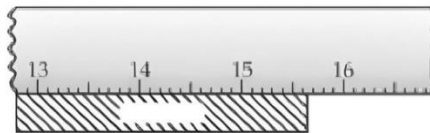
- A.  $(0,576 \pm 0,001)$  mm
- B.  $(0,599 \pm 0,001)$  mm
- C.  $(0,650 \pm 0,001)$  mm
- D.  $(0,665 \pm 0,001)$  mm
- E.  $(0,666 \pm 0,001)$  mm

**Alasan:**

- A. Poros tetap yaitu poros yang tertulis skala utama
- B. Poros tetap yaitu poros yang tertulis skala nonius
- C. Poros tetap yaitu poros yang tertulis porots putar
- D. Poros tetap yaitu poros yang tertulis skala kanan

E. Poros tetap yaitu poros yang tertulis jangka

7. Pada suatu kegiatan praktikum fisika. Rika, Aldo, Rizki, Bagas dan Ayu mendapatkan tugas mengukur panjang penghapus papan tulus menggunakan mistar. Diperoleh hasil berikut.



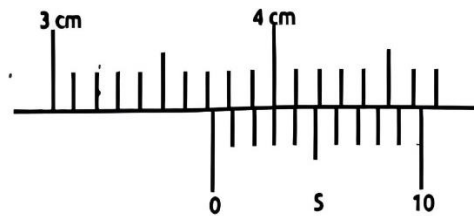
Rika mendapatkan hasil 15,6 cm, Aldo 15,62 cm, Rizki 15,65 cm sedangkan Ayu mendapatkan hasil 15,67 cm. berdasarkan hasil tersebut maka hasil pengukuran siapakah yang paling tepat?

- A. Hasil penulisan Rika
- B. Hasil penulisan Aldo
- C. Hasil penulisan Rizki
- D. Hasil penulisan Bagas
- E. Hasil penulisan Ayu

**Alasan:**

- A. Karena memiliki ketelitian 0,05 cm
- B. Karena memiliki ketelitian 0,05 mm
- C. Karena memiliki ketelitian 0,1 cm
- D. Karena memiliki ketelitian 0,01 mm
- E. Karena memiliki ketelitian 0,01 cm

8. Sebuah lubang peralon mempunyai diameter sebagai berikut.



Jika air dalam paralon tersebut mengalir dengan kecepatan 20 cm/s, air yang dikeluarkan oleh pipa melebihi 100 L dalam 10 menit. Benarkah pernyataan tersebut?

- A. Benar, karena debit air yaitu  $166,67 \text{ cm}^3/\text{s}$
- B. Salah, karena debit air yaitu  $166,67 \text{ cm}^3/\text{s}$
- C. Benar, karena debit air yaitu  $200,52 \text{ cm}^3/\text{s}$
- D. Benar, karena debit air yaitu  $200,52 \text{ cm}^3/\text{s}$
- E. Salah, karena debit air yaitu  $218,43 \text{ cm}^3/\text{s}$

**Alasan:**

- A.  $SU = 3,7 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- B.  $SU = 3,8 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- C.  $SU = 3,9 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- D.  $SU = 3,0 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- E.  $SU = 3,1 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$

9. Pak Yanto membagi siswa menjadi 5 kelompok untuk menganalisis hasil pengukuran beberapa buah benda seperti pada table berikut ini.

Kelompok	Panjang	lebar	Luas
1	14,27 cm	21,345 cm	304,59315 cm <sup>2</sup>
2	14,625 cm	20,26 cm	296,3 cm <sup>2</sup>
3	19,547 cm	25,17 cm	491,998 cm <sup>2</sup>
4	24,93 cm	32,48 cm	809,7265 cm <sup>2</sup>
5	27,325 cm	34,224 cm	935,170 cm <sup>2</sup>

Penulisan benda yang sesuai dengan aturan angka penting adalah...

- Penulisan luas benda kelompok 1
- Penulisan luas benda kelompok 2
- Penulisan luas benda kelompok 3
- Penulisan luas benda kelompok 4
- Penulisan luas benda kelompok 5

**Alasan:**

- Jumlah angka penting paling banyak yang digunakan
- Jumlah angka penting paling sedikit yang digunakan
- Semua angka bukan nol adalah angka penting
- Angka hanya boleh memiliki 1 angka taksiran
- Jumlah angka penting sama dengan jumlah angka penting yang dioperasikan

10. Pernyataan “yang bukan merupakan cara-cara untuk memperkecil kesalahan sistematis pada pengukuran yaitu melakukan kalibrasi alat sebelum digunakan”

Jawaban dan argumen yang tepat untuk pernyataan diatas adalah...

- A. Salah, karena cara untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan percobaan cermin diruang yang gelap
- B. Salah, karena yang bukan cara untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan percobaan cermin diruang yang gelap
- C. Benar, karena cara untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan percobaan diruang tertutup
- D. Benar, karena yang bukan untuk memperkecil kesalahan yaitu memeriksa apakah alat masih normal atau tidak
- E. Salah, karena yang bukan untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan pengukuran berulang

**Alasan**

- A. Percobaan membutuhkan cahaya
- B. Percobaan harus diruang terbuka
- C. Percobaan tidak perlu dilakukan kalibrasi alat
- D. Percobaan tidak perlu dilakukan pengukuran berulang
- E. Percobaan tidak memerlukan cahaya



11. Dalam sebuah eksperimen, dua alat ukur yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda menunjukkan hasil yang berbeda secara konsisten. Alat pertama menunjukkan massa 10,0 g dengan ketidakpastian  $\pm 0,1$  g dan alat kedua menunjukkan massa 10,2 g dengan ketidakpastian  $\pm 0,05$  g. hasil mana yang lebih dapat dipercaya?

- A. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ )
- B. Alat pertama ( $10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ )
- C. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.02 \text{ g}$ )
- D. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.05 \text{ g}$ )
- E. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ )

**Alasan:**

- A. Memiliki ketidakpastian yang lebih kecil, menunjukkan bahwa alat tersebut lebih presisi dan akurat
- B. Memiliki ketidakpastian yang lebih besar, menunjukkan bahwa alat tersebut lebih presisi dan akurat
- C. Mencerminkan ketidakpastian sesuai dengan skala terkecil alat ukur
- D. Alat ukur tetap akurat dan memberikan hasil yang tepat

- E. Ketidakpastian total dihitung dengan menggabungkan ketidakpastian masing-masing pengukuran

12. Perhatikan sebuah persamaan berikut ini!

$$F \cdot t = m \cdot v$$

Dimana  $F$  = gaya,  $t$  = waktu,  $m$  = massa, dan  $v$  = kecepatan.

Berdasarkan analisis dimensi, apakah persamaan tersebut benar!

- A. Salah, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- B. Benar, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- C. Salah, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- D. Benar, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- E. Salah, karena karena dimensi ruas kirinya lebih besar dari dimensi ruas kanan.

**Alasan:**

- A. Ruas kiri:  $[LT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  $[M][LT^{-1}] = [MLT^{-1}]$
- B. Ruas kiri:  $[MLT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  $[M][T^{-1}] = [MLT^{-1}]$

- C. Ruas kiri:  $[MLT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  $[M][LT^{-1}] = [MT^{-1}]$
- D. Ruas kiri:  $[MT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  $[M][L^{-1}] = [MLT^{-1}]$
- E. Ruas kiri:  $[MLT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  $[M][LT^{-1}] = [MLT^{-1}]$

13. Sebuah benda yang bergerak diperlambat dengan perlambatan  $a$  yang tetap dari kecepatan  $v_0$  dan menempuh jarak  $S$  maka akan berlaku hubungan  $v_0^2 = 2aS$ . Buktikan kebenaran persamaan itu dengan analisa dimensional!

- A.  $v_0^2 = 2aS$  benar secara analisis dimensional
- B.  $v_0^2 = 2aS$  salah secara analisis dimensional.
- C.  $v_0^2 = 2aS$  kurang benar secara analisis dimensional.
- D.  $2aS = 2aS$  benar secara analisis dimensional.
- E.  $v_0^2 = v_0^2$  benar secara analisis dimensional

**Alasan:**

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| A. $v_0^2 = ([L][T]^{-1})^3$ | D. $v_0^2 = ([L][T]^{-2})^2$ |
| B. $v_0^2 = ([L][T]^{-1})^4$ | E. $v_0^2 = ([L][T])^2$      |
| C. $v_0^2 = ([L][T]^{-1})^2$ |                              |

14. Andi menemukan sebuah artikel di situs web yang mengklaim bahwa pengukuran jengkal tangan

sama dengan pengukuran menggunakan mistar yaitu satu jengkal 20 cm. Bagaimana anda mengevaluasi kredibilitas klaim ini?

- A. Klaim ini sangat mungkin benar karena ditulis oleh website ternama
- B. Klaim ini tidak dapat dipercaya karena tidak ada penelitian ilmiah yang mendukungnya
- C. Klaim ini mungkin benar karena banyak orang telah melaporkan manfaatnya
- D. Klaim ini tidak dapat dipercaya karena sumbernya tidak memiliki gelar doctor
- E. Klaim ini dapat di percaya karena bersumber dari jurnalis kesehatan

**Alasan:**

- A. Pengukuran jengkal tangan merupakan alat ukur baku, sebab diketahui bahwa satu jengkal setara dengan 20 cm
- B. Pengukuran jengkal tangan merupakan pengukuran tidak baku, sehingga pengukuran akan berbeda antara satu orang dengan yang lain
- C. Jengkal adalah pengukuran yang mengacu pada jarak antara ujung ibu jari dan ujung kelingking
- D. Jengkal tangan memberikan hasil yang berbeda jika pengukuran dilakukan oleh orang yang

berbeda dan satuan baku memiliki sifat yang tidak tetap

**E. Jengkal merupakan satuan internasional**

15. Peserta didik kelas X dibagi menjadi 5 kelompok untuk melakukan pengukuran massa balok dengan neraca ohaus dan neraca analitik. Berikut laporan hasil pengukuran tersebut!

Kelompok	Pengukuran jenis ke-	Berat balok (Neraca Ohaus)	Berat balok (Neraca Analitik)
1	1	5,60	5,24
2	2	5,90	5,50
3	3	13,50	13,17
4	4	5,80	5,51
5	5	7,50	7,21
<b>Rata-rata</b>		<b>7,66 gram</b>	<b>7,33 gram</b>

Berdasarkan hasil laporan tersebut mengapa rata-rata pada hasil berat balok tersebut berbeda?

- A. Terdapat perbedaan skala kecil
- B. Terdapat perbedaan ketelitian alat ukur
- C. Terdapat perbedaan arus
- D. Terdapat perbedaan skala nonius
- E. Terdapat perbedaan skala utama

**Alasan :**

- A. Tingkat skala kecil neraca ohaus 0,5 mg dan neraca analitik 0,1 g
- B. Tingkat ketelitian neraca ohaus 0,1 g dan neraca analitik 0,5 mg

- C. Tingkat ketelitian neraca ohaus 0,1 g dan neraca analitik 0,1 mg
- D. Tingkat skala nonius neraca ohaus 0,3 mg dan neraca analitik 0,2 mg
- E. Tingkat skala utama neraca ohaus 0,3 mg dan neraca analitik 0,2 mg

16. Riri melakukan pengukuran arus listrik yang melewati resistor diulang sebanyak 6kali dengan hasil 12,8 mA, 12,2 mA, 12,5 mA, 13,1 mA, 12,9 mA, dan 12,4 mA. Berikut laporan hasil pengukuran tersebut!

i	$I_i$	$I_i^2$
1	12,7 mA	161,29 mA
2	12,2 mA	148,84 mA
3	12,5	156,25 mA
4	13,2 mA	174,24 mA
5	12,9 mA	166,41mA
6	12,4 mA	153,76mA
	$\sum I_i = 75,9$	$\sum I_i^2 = 960,79$

Tuliskan hasil pengukuran tersebut lengkapi dengan ketidakpastian mutlak dan relatifnya!

- A.  $(12,65 \pm 0,1) \text{ m}$
- B.  $(12 \pm 0,1) \text{ m}$
- C.  $(12,6 \pm 0,1) \text{ m}$
- D.  $(12,6 \pm 0,2) \text{ m}$
- E.  $(12,6 \pm 10) \text{ m}$

**Alasan:**

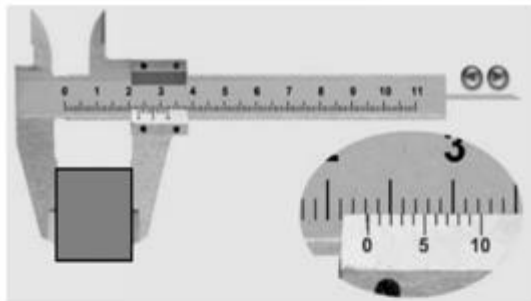
- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| A. $KR = 1,1\%$ | D. $KR = 1,7\%$ |
| B. $KR = 1,3\%$ | E. $KR = 1,8\%$ |
| C. $KR = 1,4\%$ |                 |

17. Hasil pengukuran yang dihasilkan dengan mistar adalah 9,85 cm, maka penulisan laporan hasil pengukuran yang benar adalah..

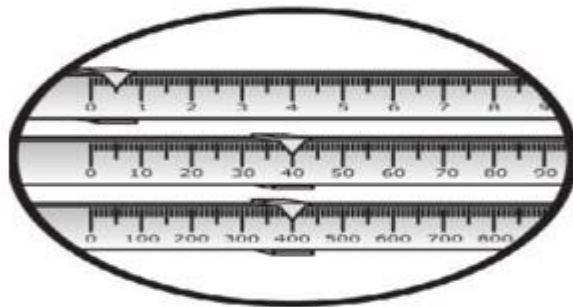
- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| A. $(9,85 \pm 0,02)$ cm | D. $(9,85 \pm 0,01)$ cm |
| B. $(9,85 \pm 0,03)$ cm | E. $(9,85 \pm 0,05)$ cm |
| C. $(9,85 \pm 0,04)$ cm |                         |

**Alasan:**

- |   |
|---|
| A. Tingkat ketelitian mistar 0,02 mm atau 0,2 cm  |
| B. Tingkat ketelitian mistar 0,5 mm atau 0,05 cm  |
| C. Tingkat ketelitian mistar 0,05 mm atau 0,5 cm  |
| D. Tingkat ketelitian mistar 0,1 mm atau 0,01 cm  |
| E. Tingkat ketelitian mistar 0,01 mm atau 0,01 cm |
18. Sekelompok peserta didik bermaksud mengukur massa jenis suatu bahan. Kubus dari bahan tersebut, Panjang sisinya diukur dengan jangka sorong dan dihasilkan pengukuran sebagai berikut.



Sedangkan massanya dihasilkan pengukuran sebagai berikut.



Massa jenis bahan kubus tersebut adalah ....

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| A. $17,65 \text{ g/cm}^3$  | D. $96,56 \text{ g/cm}^3$ |
| B. $17,94 \text{ g/cm}^3$  | E. $97,39 \text{ g/cm}^3$ |
| C. $35,276 \text{ g/cm}^3$ |                           |

**Alasan:**

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| A. $P = 12,487 \text{ cm}^3$ | D. $P = 15,697 \text{ cm}^3$ |
| B. $P = 13,567 \text{ cm}^3$ | E. $P = 16,488 \text{ cm}^3$ |
| C. $P = 14,787 \text{ cm}^3$ |                              |



19. Jika sebuah bola diikat dengan tali diputar horizontal, maka tangan kita harus menarik tali, tidak boleh kendur atau lepas. Artinya tangan kita mengerjakan gaya ( $F$ ) bola melalui tali. Seberapa besar gaya atau tarikan tangan kita, dapat diduga tergantung pada massa batu ( $m$ ), Panjang tali ( $l$ ) dan seberapa cepat berputar ( $v$ ). jadi bagaimana bentuk persamaan atau rumus yang menghubungkan  $F$ ,  $m$ ,  $l$  dan  $v$ ?

$$A. F = ml^{-1}v^2 = \frac{mvl^2}{l}$$

$$D. F = mv^{-1}v^2 = \frac{mv^2}{l}$$

$$B. F = ml^{-1}v^2 = \frac{mv^2}{l}$$

$$E. F = mv^{-1}l^2 = \frac{mv^2}{l}$$

$$C. F = ml^{-1}v^2 = \frac{ml^2}{l}$$

**Alasan:**

$$A. MT^{-2} = M^a L^b (LT^{-1})^c = M^a L^{b+c} T^{-c}$$

$$B. MLT^{-2} = M^a L^b (LT^{-1})^c = M^a L^{b-c} T^{-c}$$

$$C. MLT^{-2} = M^a (LT^{-1})^c = M^a L^{b+c} T^{-c}$$

$$D. MLT^{-2} = M^a L^b (LT^{-1})^c = M^a L^{b+c} T^{-c}$$

$$E. MLT^{-2} = M^a L^b (LT^{-1})^c = M^a L^{b+c} T^{-c}$$

20. Hubungan antara volume ( $V$ ), tekanan ( $P$ ), suhu ( $T$ ), serta jumlah molekul atau partikel gas ( $n$ ) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :  $\frac{PV}{T} = nR$ , dimana  $R$  adalah tetapan gas umum. Rumus dimensi dari tetapan gas umum ( $R$ ) tersebut....

- A.  $[MLTN^{-1}\theta^{-1}]$  D.  $[M^2LTN^{-1}\theta^{-1}]$   
 B.  $[ML^{-1}TN^{-1}\theta^{-1}]$  E.  $[M^2L^{-2}T^{-1}N^{-1}\theta^{-1}]$   
 C.  $[MLT^{-2}N^{-1}\theta^{-1}]$

**Alasan:**

- A.  $\frac{ML^2N^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$  D.  $\frac{ML^2N^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$   
 B.  $\frac{ML^2N^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$  E.  $\frac{MN^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$   
 C.  $\frac{ML^{-1}T^{-2}L^3}{\theta}$

21. Menurut Charles Coulomb, dua benda bermuatan yang erpisah sejauh jarak tertentu akan mengalami gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik yang besarnya dapat dinyatakan dengan persamaan  $F = \frac{kq^2}{r^2}$ . F adalah gaya tolak-menolak atau gaya tarik menarik, k adalah konstan Coulomb, q adalah muatan benda dan r adalah jarak kedua benda. Dari uraian tersebut maka dapat disimpulkan dimensi dari konstan Coulomb k adalah...

- A. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^3T^{-3}I$   
 B. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^2T^{-3}I^{-1}$   
 C. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^2T^{-4}I^{-1}$   
 D. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^2T^{-4}I^{-2}$   
 E. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^1T^{-3}I$

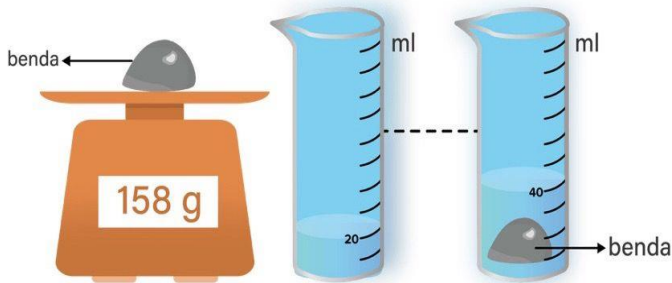
**Alasan:**

- A. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F = \frac{NM^2}{C^2}$
- B. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F = \frac{VM^2}{C^2}$
- C. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F = \frac{NM^2}{T^3}$
- D. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F = \frac{NM^1}{I^2}$
- E. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F = \frac{NT^3}{C^2}$

22. Seorang siswa melakukan percobaan untuk menentukan jenis logam yang dapat ditemukannya.

Logam	Massa jenis (kg/m <sup>3</sup> )
Alumunium	7.600 kg/m <sup>3</sup>
Besi	7.900 kg/m <sup>3</sup>
Tembaga	7.700 kg/m <sup>3</sup>
perak	7.800 kg/m <sup>3</sup>

Siswa tersebut mengukur massa dan volume dengan menggunakan alat seperti digambar berikut.



Berdasarkan hasil pengukuran massa dan volume benda, maka kesimpulan yang tepat adalah...

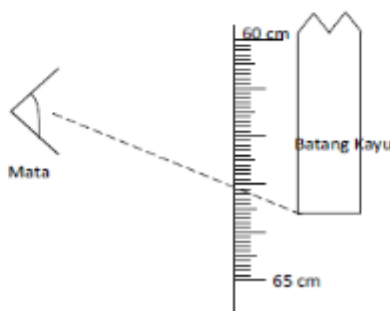
- A. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.800 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah perak
- B. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.900 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah besi
- C. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 40 ml menghasilkan massa jenis  $7.900 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah aluminium
- D. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.700 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah tembaga

- E. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.700 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah besi

**Alasan:**

- A. Massa jenis adalah perbandingan massa dengan gaya
- B. Massa jenis adalah perbandingan gaya dengan volume suatu zat
- C. Massa jenis adalah perbandingan volume suatu zat dengan tekanan
- D. Massa jenis adalah perbandingan massa dengan volume suatu zat
- E. Massa jenis adalah perbandingan tekanan dengan volume suatu zat

23. Perhatikan gambar di bawah ini!



Agung mengukur panjang sebatang kayu dengan menggunakan alat ukur mistar dan hasil pengukuran

yang dilakukan Agung yaitu 63,2 cm. Namun, ternyata Agung melakukan penyimpangan dalam membaca alat ukur. Berapakah pembacaan alat ukur yang sebenarnya dan kesalahan sistematis apa yang dilakukan oleh Agung?

- A. 63,5 dan kesalahan titik nol
- B. 63,5 dan kesalahan paralak
- C. 63,6 dan kesalahan paralak
- D. 63,7 dan kesalahan acak
- E. 63,9 dan kesalahan kalibrasi

**Alasan:**

- A. Pengamat tidak tegak lurus
- B. Pengamat tegak lurus
- C. Pengamat melakukan pengukuran berulang
- D. Kesalahan alat ukur yang digunakan
- E. Kesalahan skala alat ukur

24. Sonif melakukan pengukuran tebal kaca preparat menggunakan mikrometer skrup sebanyak lima kali. Hasil pengukuran yang diperoleh dituliskan dalam tabel berikut.

Pengukuran ke-	Tebal kaca preparat
1	2,10 mm
2	2,13 mm
3	2,12 mm
4	2,10 mm
5	2,12 mm

Berdasarkan data tersebut, kesimpulan yang sesuai adalah...

- A. Hasil pengukuran tebal kaca preparat yaitu 2,104 mm
- B. Rata-rata kaca preparat adalah 2,104
- C. Hasil pengukuran tebal kaca preparat memiliki ketelitian 99,88%
- D. Hasil pengukuran tebal kaca preparat memiliki ketidakpastian relatif 0,253%
- E. Hasil pengukuran tebal kaca preparat memiliki ketidakpastian 0,006 mm

**Alasan:**

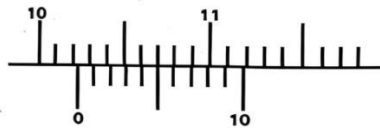
- A. Nilai ketidakpastian pada pengukuran berulang adalah perkiraan batas atau rentang kesalahan yang mungkin terjadi pada pengukuran tersebut
- B. Nilai ketidakpastian pada pengukuran langsung adalah perkiraan batas yang mungkin terjadi
- C. Nilai rata-rata pada pengukuran berulang adalah nilai tunggal yang menyatakan sekelompok data dalam perkiraan batas atau rentang kesalahan yang mungkin terjadi pada pengukuran tersebut
- D. Nilai Ketidakpastian relatif 0,1% berhak atas empat angka berarti
- E. Ketidakpastian relatif 0,01% berhak atas dua angka berarti

25. Perhatikan gambar berikut ini! Sebuah pabrik gelas menentukan standar ukuran sebagai berikut.

Ukuran	Diameter	Tinggi
Small	4,20 cm	6,20 cm
Medium	6,45 cm	8,75 cm
Large	8,25 cm	10,25 cm
Exstra large	10,75 cm	12,75 cm

Sebuah sampel gelas diukur apakah lolos *qualiti control* atau tidak. Gelas dikatakan lulus *qualiti control* jika diameter dan tinggi masuk minimal kategori *large*. Hasil pengukuran menggunakan jangka sorong ditunjukkan pada gambar berikut.

#### Tinggi gelas



#### Diameter gelas



Berdasarkan hasil pengukuran, pernyataan yang benar mengenai gelas tersebut adalah...

- A. Gelas lolos *qualiti control* dan masuk kategori *large*
- B. Gelas lolos *quality control* dan masuk kategori *exstra large*



- C. Gelas lolos *qualiti control* meskipun diameter gelas lolos kategori *large*
- D. Gelas tidak lolos *qualiti control* meskipun tinggi gelas masuk kategori *large*
- E. Gelas tidak lolos *qualiti control* meskipun tinggi gelas masuk kategori *extra large*

**Alasan:**

- A. Diameter gelas yaitu 8,28 cm
  - B. Diameter gelas yaitu 10,75 cm
  - C. Tinggi gelas yaitu 11, 12 cm
  - D. Tinggi gelas yaitu 12, 75 cm
  - E. Tinggi gelas yaitu 8,75 cm
26. Ayu melakukan percobaan hukum Ohm menggunakan sumber tegangan 9 v. percobaan tersebut dilakukan sebanyak 5 kali dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Percobaan Ke-	Kuat Arus (A)	$X_i^2$
1	1,22	1,4884
2	1,23	1,5129
3	1,23	1,5129
4	1,24	1,5376
5	1,25	1,5625

Ayu melaporkan hasilnya ( $1,23 \pm 0,001$ ) A. Benarkah pelaporan hasil yang dituliskan Ayu?

- A. Benar, yaitu ( $1,23 \pm 0,001$ ) A
- B. Benar, yaitu ( $1,24 \pm 0,001$ ) A
- C. Salah, yaitu ( $1,234 \pm 0,001$ ) A

- D. Salah, yaitu  $(1,23 \pm 0,0051)$  A  
 E. Salah, yaitu  $(1,234 \pm 0,0051)$  A

**Alasan:**

- A. Ketidakpastian relatif 0,03%  
 B. Ketidakpastian relatif 0,04%  
 C. Ketidakpastian relatif 0,05%  
 D. Ketidakpastian relatif 0,06%  
 E. Ketidakpastian relatif 0,07%

27. Mirna sedang mengukur kelereng dengan menggunakan mikrometer sekrup seperti pada tabel dibawah ini

No	Skala Utama (mm)	Skala Nonius (mm)	Hasil
1	4,8	0,36	4,87
2	6,0	0,42	6,40
3	7,2	0,48	7,70
4	5,5	0,34	5,84
5	5,9	0,25	6,10

Manakah yang benar dari hasil pengukuran yang dilakukan Mirna....

- A. Baris ke-1  
 B. Baris ke-2  
 C. Baris ke-3  
 D. Baris ke-4  
 E. Baris ke-5

**Alasan:**

- A. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,1 mm

- B. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,2 mm
- C. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,3 mm
- D. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,4 mm
- E. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,5 mm

28. Siswa kelas X melakukan pengukuran diameter bola biliar. Ukuran diameter standar bola biliar sebesar  $2\frac{1}{4}$  inci. Lima orang praktikan mencoba mengukur bola biliar yang sama. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam tabel berikut.

Praktikan	Diameter Bola (cm)
A	5,713
B	5,714
C	5,716
D	5,712
E	5,717

Berdasarkan data pengukuran kelima praktikan tersebut, praktikan yang melakukan pengukuran lebih teliti dari praktikan lainnya yaitu...

- A. A dan B
- B. A dan E
- C. B dan C
- D. C dan D
- E. D dan E

**Alasan:**

- A. Diameter standar bola billiar 5,712 cm
- B. Diameter standar bola billiar 5,713 cm
- C. Diameter standar bola billiar 5,714 cm
- D. Diameter standar bola billiar 5,715 cm
- E. Diameter standar bola billiar 5,716 cm

29. Perhatikan timbangan berikut ini!



Agus mengatakan bahwa untuk menyeimbangkan neraca maka piring neraca sebelah kiri harus ditambahkan dengan massa 200 g. apakah pernyataan Agus tersebut benar....

- A. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 100 g
- B. Benar, karena penambahan 200 g sudah cukup
- C. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 400 g
- D. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 600

- E. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 700 g

**Alasan:**

- A. Massa piring sebelah kanan harus sama dengan massa piring sebelah kiri
- B. Massa piring sebelah kanan harus lebih besar dari massa sebelah kiri
- C. Massa benda harus lebih besar agar seimbang
- D. Massa benda harus lebih kecil agar seimbang
- E. Massa piring sebelah kiri harus lebih besar dari massa benda

30. Dalam dunia pengukuran tentu tidak asing dengan bilangan desimal contohnya 0,00000000035. Penulisan tersebut tentunya tidak efektif kita memerlukan cara penulisan yang efektif. Seperti halnya bilangan desimal misalnya panjang suatu benda terukur 3,2 cm. Nilai panjang ini dapat ditulis 0,032 m atau 320 mm. Penulisan yang dimaksud dalam pernyataan tersebut dalam pengukuran sering disebut dengan istilah....

- A. Notasi ilmiah
- B. Akurasi
- C. Ketelitian
- D. Angka penting
- E. Kesalahan relatif

**Alasan:**

- A. Berisikan satuan angka yang terdiri atas angka taksiran dan angka pasti
- B. Penulisan nomor yang mengakomodasikan
- C. Presentase kesalahan mutlak terhadap nilai yang diharapkan
- D. Hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya
- E. Kedekatan hasil pengukuran yang diperoleh

31. Suhu gas didalam tabung tertutup mula-mula adalah  $79^{\circ}\text{C}$ . jika tekanan akhir pada tabung tertutup tersebut 5 kali lebih besar dari tekanan semula, maka suhu akhir gas tersebut sebesar....

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| A. $79^{\circ}\text{C}$  | D. $287^{\circ}\text{C}$ |
| B. $100^{\circ}\text{C}$ | E. $395^{\circ}\text{C}$ |
| C. $200^{\circ}\text{C}$ |                          |

**Alasan:**

- A. Pada volume tetap, tekanan gas sama dengan suhunya
- B. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan suhunya
- C. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya

- D. Pada volume tetap, tekanan gas lebih kecil dari suhunya
- E. Pada volume tetap, tekanan gas lebih besar dari suhunya

32. Suatu fungsi  $A = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{C}{DE}}$  , dengan satuan dari A, B, C

dan D berturut-turut adalah  $s^{-1}$ , m, N dan  $m^2$ . Apa yang dapat disimpulkan tentang hubungan dimensi antara variabel-variabel tersebut...

- A. Dimensi A berhubungan langsung dengan panjang dan waktu
- B. Dimensi B harus berupa panjang dikali massa
- C. Dimensi D dan E memiliki hubungan yang sebanding
- D. Dimensi C berhubungan dengan gaya dan waktu
- E. Dimensi A hanya berhubungan dengan panjang

**Alasan:**

- A. Dimensi A lebih terkait dengan waktu bukan panjang dan massa
- B. Dimensi B berhubungan dengan waktu bukan panjang dan massa
- C. Dimensi C berhubungan dengan gaya dan panjang bukan waktu
- D. Dimensi A lebih terkait dengan frekuensi bukan hanya panjang

- E. Dimensi D dan E saling berhubungan karena keduanya melibatkan gaya dan panjang

33. Suatu benda memiliki massa 5 kg dan dipengaruhi oleh gaya 20 N. berdasarkan hukum Newton, percepatan benda tersebut dapat dihitung dengan rumus  $F=ma$ , dimana F adalah gaya, m adalah massa, dan a adalah percepatan. Apa yang mendasari perhitungan percepatan benda ini?

- A. Satuan gaya yang digunakan dalam perhitungan adalah satuan yang berbeda dari satuan massa
- B. Hukum Newton hanya berlaku pada benda yang bergerak dengan kecepatan tetap
- C. Percepatan benda selalu tetap, tidak terpengaruh oleh gaya yang diberikan
- D. Gaya yang bekerja pada benda tidak dipengaruhi oleh gesekan atau hambatan udara
- E. Massa benda selalu konstan sepanjang waktu

**Alasan:**

- A. Percepatan yang bekerja dengan massa tertentu akan menyebabkan gaya
- B. Gaya yang bekerja pada benda dengan massa tertentu akan menyebabkan timbulnya percepatan



- C. Massa yang bekerja dengan percepatan akan menimbulkan gaya
  - D. Gesekan yang terjadi akan menyebabkan percepatan
  - E. Gaya dengan gesekan akan menyebabkan percepatan
34. Siswa kelas X melakukan pengukuran diameter pada kayu bulat dengan menggunakan mistar dan jangka sorong. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan hasil yang berbeda yaitu pada alat ukur mistar mendapatkan rata-rata diameter pangkal 5,50 dan diameter ujung 5,50 cm sedangkan jangka sorong rata-rata diameter pangkal 5,57 cm dan diameter ujung 5,57 cm. Siswa menyatakan bahwa hal tersebut dikarenakan tingkat ketelitian alat ukur yang berbeda dimana jangka sorong lebih teliti dibandingkan jangka sorong. Asumsi apa yang mendasari hal tersebut?
- A. Asumsi bahwa jangka sorong dapat mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam dan kedalaman suatu benda
  - B. Asumsi bahwa jangka sorong dapat mengukur panjang dan garis lurus
  - C. Asumsi bahwa jangka sorong dapat menimbang

- D. Asumsi bahwa mistar dapat mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam dan kedalaman suatu benda
- E. Asumsi bahwa mistar lebih teliti dibanding jangka sorong

**Alasan:**

- A. Mistar memiliki ketelitian 0,1 mm dan jangka sorong 1 mm
- B. Mistar memiliki ketelitian 0,01 mm dan jangka sorong 1 mm
- C. Mistar memiliki ketelitian 1 mm dan jangka sorong 0,1 mm
- D. Mistar memiliki ketelitian 0,1 mm dan jangka sorong 0,1 mm
- E. Mistar memiliki ketelitian 1 mm dan jangka sorong 0,01 mm

35. Perhatikan gambar berikut ini!



Berdasarkan informasi bahwa bulan merupakan satelit alami bumi satu-satunya dan satelit terbesar kelima dalam tata surya, serta jarak rata-rata bumi ke

bulan adalah 384.400.000 meter. Apa asumsi yang mendasari penggunaan aturan meter dalam pengukuran jarak ini?

- A. Satuan meter digunakan karena jaraknya lebih besar dari satuan panjang lainnya
- B. Satuan meter digunakan karena pengukuran ini sesuai dengan sistem Satuan Internasional
- C. Satuan meter digunakan karena lebih praktis daripada satuan lainnya
- D. Satuan meter digunakan untuk mengukur jarak hanya pada skala yang lebih kecil
- E. Satuan meter digunakan karena sesuai dengan sistem pengukuran lokal

**Alasan:**

- A. Karena jaraknya besar maka menggunakan satuan meter
- B. Karena satuan meter lebih jauh besar daripada satuan lainnya
- C. Karena satuan meter lebih mudah dari satuan lain
- D. Karena satuan meter digunakan untuk mengukur satuan panjang dalam Standar Internasional
- E. Karena satuan meter banyak digunakan

36. Seorang siswa mengukur panjang dua karet penghapus A dan B menggunakan penggaris. Siswa

tersebut menganggap bahwa kedua karet penghapus memiliki kondisi yang sama dan tidak memperhitungkan faktor eksternal seperti suhu atau tekanan. Apa asumsi yang mendasari pengukuran panjang kedua karet penghapus tersebut?

- A. Panjang kedua karet penghapus tetap meskipun ada faktor eksternal
- B. Penggaris memiliki kesalahan pengukuran yang seragam di seluruh panjangnya
- C. Pengukuran mengabaikan kemungkinan pembengkokan penggaris
- D. Karet penghapus diukur pada posisi yang sama dan dalam kondisi serupa
- E. Penggaris tidak memiliki kesalahan akibat ketidaksejajaran atau ketidaksempurnaan

**Alasan :**

- A. Karena penggaris tidak mengukur tekanan (gaya tolak) untuk perhitungan panjang
- B. Karena penggaris mengukur suhu untuk menghitung massa
- C. Karena penggaris tidak mengukur tekanan untuk perhitungan massa
- D. Karena penggaris mengukur tekanan yang dibutuhkan untuk menghitung massa

- E. Karena penggaris mengukur suhu penghapus untuk mengukur perhitungan panjang

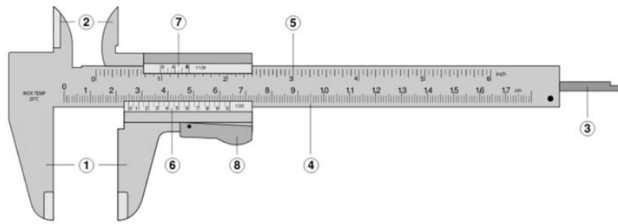
37. Dalam pengukuran tentunya dapat terjadi kesalahan, salah satunya yaitu kesalahan kalibrasi alat. Kesalahan yang terjadi karena cara memberikan nilai skala pada saat pembuatan alat tidak tepat. Jika terjadi kesalahan kalibrasi solusi yang dapat dilakukan yaitu?

- A. Mengukur ulang
- B. Mengkalibrasi ulang alat terhadap alat standar
- C. Lebih fokus dalam mengukur
- D. Pengambilan data secara bersamaan
- E. Pengamat harus tegak lurus diatas jarum penunjuk/skal

**Alasan:**

- A. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan acak
- B. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan umum
- C. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan sistematik
- D. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan nol
- E. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan pandangan

38. Perhatikan gambar berikut ini



Jika seorang Agung ingin mengukur diameter dalam sebuah tabung reaksi, dan Bagas ingin mengukur kedalaman tabung Reaksi tersebut, maka posisi yang paling tepat tempat meletakkan tabung tersebut adalah....

- A. Agung meletakkan tabung di bagian 1 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 3
- B. Agung meletakkan tabung di bagian 2 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 3
- C. Agung meletakkan tabung di bagian 1 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 2
- D. Agung meletakkan tabung di bagian 2 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 3
- E. Agung meletakkan tabung di bagian 2 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 1

**Alasan:**

- A. Agung menggunakan rahang bagas menggunakan rahang luar

- B. Agung menggunakan rahang dalam, bagas menggunakan tungkai ukur
  - C. Agung menggunakan rahang dalam, bagas menggunakan rahang sorong bawah
  - D. Agung menggunakan rahang sorong bawah, bagas menggunakan rahang luar
  - E. Agung menggunakan tungkai ukur, bagas menggunakan rahang luar.
39. Eka sedang melakukan pengukuran dengan jangka sorong, naum jangka sorong tidak bergeser pada saat pembacaan hasil ukur (sesuai prosedur penggunaan), apa yang perlu dilakukan eka?
- A. Menahan rahang jangka sorong dengan tangan
  - B. Tidak menggerakkan rahang jangka sorong
  - C. Memutar baut pengunci rahang jangka sorong
  - D. Memposisikan jangka sorong pada meja
  - E. Menjepit benda dengan kedua rahang jangka sorong

**Alasan :**

- A. Kesalahan sistematis
- B. Kesalahan acak
- C. Kesalahan kalibrasi
- D. kesalahan Paralaks
- E. kesalahan pengama

40. Seorang peneliti mencatat suhu suatu reaksi kimia dengan termometer yang memiliki skala terkecil  $1^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengukuran menunjukkan  $78^{\circ}\text{C}$ . Bagaimana sebaiknya peneliti mencatat hasil pengukuran ini?

- A.  $78 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$
- B.  $78 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- C.  $78 \pm 1^{\circ}\text{C}$
- D.  $78 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- E.  $78 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$

**Alasan :**

- A. Untuk mencerminkan ketidakpastian sesuai dengan skala terkecil alat ukur
- B. Untuk mencerminkan ketidakpastian sesuai dengan skala tersebut alat ukur
- C. Untuk mencerminkan angka penting
- D. Untuk mencerminkan notasi ilmiah
- E. Untuk memposisikan alat ukur



### Lampiran 9 Pedoman Penskoran

Skor	Keterangan
1	Apabila jawaban yang diberikan benar
1	Apabila alasan yang diberikan benar
0	Apabila jawaban dan alasan yang diberikan salah

Nilai akhir peserta didik diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai akhir} = \frac{\Sigma \text{skor jawaban} + \Sigma \text{skor alasan}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

# Lampiran 10 Kunci Jawaban Soal

No	Jawaban	Alasan
1	B	B
2	A	D
3	A	D
4	D	C
5	A	E
6	C	A
7	C	A
8	E	A
9	B	B
10	B	A
11	D	A
12	A	C
13	A	C
14	B	B
15	B	C
16	C	E
17	E	B
18	E	E
19	B	E
20	E	C

21	D	A
22	B	D
23	C	A
24	E	A
25	D	A
26	E	B
27	D	C
28	C	D
29	C	A
30	D	A
31	E	A
32	C	E
33	D	B
34	A	C
35	B	D
36	B	A
37	B	C
38	D	B
39	B	D
40	C	A

**Lampiran 11 Hasil Validasi Ahli Terhadap Produk  
Instrumen Tes Berbasis HOTS**

Aspek yang dinilai	Indikator	Validator I				Validator II			
		Skor	Jumlah Skor	Rerata	Presentase	Skor	Jumlah Skor	rerata	presentase
Materi	1	27	173	0,87	87%	30	182	0,91	91%
	2	39				40			
	3	38				40			
	4	35				40			
	5	34				32			
Kontruksi	1	34	143	0,89	89%	40	145	0,91	91%
	2	36				40			
	3	36				27			
	4	37				38			
Bahasa	1	36	189	0,95	95%	40	199	0,99	99%
	2	34				40			
	3	40				39			
	4	40				40			
	5	39				40			
Jumlah Skor		505	Jumlah Skor			526			
Jumlah Total skor					1031				
Rerata Skor Total					0,9205				
Presentase Total					92%				

## Lampiran 12 Analisis Validitas

City	Year	Commuters																														Non-Commuters																														Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	1990	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Lampiran 13 Analisis Reliabilitas**

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.888	40

Nilai *Alpha Cronbach*  $> 0.06$  maka dapat disimpulkan bahwa item soal kemampuan berpikir kritis reliabel atau konsisten dalam mengukur



# Lampiran 15 Analisis Uji Daya Beda

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
S1	38.61	161.063	.358	.886
S2	38.19	158.551	.345	.886
S3	37.82	159.540	.379	.886
S4	38.46	156.360	.442	.885
S5	38.53	154.932	.454	.885
S6	38.14	152.623	.660	.881
S7	38.30	151.927	.593	.882
S8	38.70	158.642	.316	.887
S9	38.33	158.155	.525	.884
S10	38.61	160.491	.352	.886
S11	38.56	158.501	.287	.888
S12	38.39	158.634	.348	.886
S13	38.65	154.053	.588	.882
S14	38.51	157.897	.341	.887
S15	38.74	161.983	.165	.890
S16	37.61	161.777	.328	.887
S17	38.26	158.090	.350	.886
S18	38.77	158.572	.335	.887
S19	37.47	163.254	.329	.887
S20	38.89	157.489	.447	.885
S21	37.96	156.284	.452	.885
S22	37.63	161.094	.260	.888
S23	38.79	153.241	.650	.881
S24	37.79	158.419	.380	.886
S25	38.95	159.265	.399	.886
S26	37.60	161.745	.311	.887
S27	38.56	155.108	.450	.885
S28	38.47	158.539	.364	.886
S29	38.30	152.820	.580	.882
S30	38.65	159.196	.340	.887
S31	38.58	157.748	.367	.886
S32	38.77	162.358	.158	.889
S33	38.68	159.256	.360	.886
S34	37.93	160.424	.293	.887
S35	38.49	161.112	.206	.889
S36	38.58	159.641	.329	.887
S37	38.65	159.375	.296	.887
S38	38.35	155.839	.481	.884
S39	38.58	157.177	.515	.884
S40	38.49	157.183	.369	.886

### Lampiran 16 Hasil Validitas Item Soal

Butir Soal	r hitung	r tabel	Kategori
Soal 1	0.428	0.266	Valid
Soal 2	0.274	0.266	Valid
Soal 3	0.339	0.266	Valid
Soal 4	0.523	0.266	Valid
Soal 5	0.507	0.266	Valid
Soal 6	0.679	0.266	Valid
Soal 7	0.638	0.266	Valid
Soal 8	0.314	0.266	Valid
Soal 9	0.571	0.266	Valid
Soal 10	0.295	0.266	Valid
Soal 11	0.376	0.266	Valid
Soal 12	0.314	0.266	Valid
Soal 13	0.660	0.266	Valid
Soal 14	0.455	0.266	Valid
Soal 15	0.182	0.266	Tidak Valid
Soal 16	0.281	0.266	Valid
Soal 17	0.417	0.266	Valid
Soal 18	0.375	0.266	Valid
Soal 19	0.331	0.266	Valid
Soal 20	0.316	0.266	Valid
Soal 21	0.499	0.266	Valid
Soal 22	0.302	0.266	Valid
Soal 23	0.662	0.266	Valid
Soal 24	0.546	0.266	Valid
Soal 25	0.381	0.266	Valid
Soal 26	0.307	0.266	Valid
Soal 27	0.316	0.266	Valid
Soal 28	0.286	0.266	Valid
Soal 29	0.678	0.266	Valid
Soal 30	0.273	0.266	Valid
Soal 31	0.472	0.266	Valid
Soal 32	0.134	0.266	Tidak Valid
Soal 33	0.293	0.266	Valid
Soal 34	0.364	0.266	Valid
Soal 35	0.308	0.266	Valid
Soal 36	0.164	0.266	Tidak Valid
Soal 37	0.312	0.266	Valid
Soal 38	0.430	0.266	Valid
Soal 39	0.566	0.266	Valid
Soal 40	0.414	0.266	Valid



### Lampiran 17 Hasil Uji Kesukaran

No Soal	Mean	Max	Skor	Kategori
1	0,75	2	0,38	Sedang
2	1,18	2	0,59	Sedang
3	1,54	2	0,77	Mudah
4	0,91	2	0,46	Sedang
5	0,84	2	0,42	Sedang
6	1,23	2	0,62	Sedang
7	1,07	2	0,54	Sedang
8	0,67	2	0,34	Sedang
9	1,04	2	0,52	Sedang
10	0,75	2	0,38	Sedang
11	0,81	2	0,41	Sedang
12	0,98	2	0,49	Sedang
13	0,86	2	0,43	Sedang
14	0,72	2	0,36	Sedang
16	1,75	2	0,88	Mudah
17	1,11	2	0,56	Sedang
18	0,6	2	0,30	Sukar
19	1,89	2	0,95	Mudah
20	0,47	2	0,24	Sukar

No Soal	Mean	Max	Skor	Kategori
21	1,4	2	0,70	Mudah
22	1,74	2	0,87	Mudah
23	0,58	2	0,29	Sukar
24	1,58	2	0,79	Mudah
25	0,42	2	0,21	Sukar
26	1,77	2	0,89	Mudah
27	0,81	2	0,41	Sedang
28	0,89	2	0,45	Sedang
29	1,07	2	0,54	Sedang
30	0,72	2	0,36	Sedang
31	0,79	2	0,40	Sedang
33	0,68	2	0,34	Sedang
34	1,44	2	0,72	Mudah
35	0,88	2	0,44	Sedang
37	0,72	2	0,36	Sedang
38	1,02	2	0,51	Sedang
39	0,79	2	0,40	Sedang
40	0,88	2	0,44	Sedang

### Lampiran 18 Hasil Uji Daya Beda

Butir Soal	Daya Beda	Kategori
1	0.358	Baik
2	0.345	Baik
3	0.379	Baik
4	0.442	Sangat Baik
5	0.454	Sangat Baik
6	0.660	Sangat Baik
7	0.593	Sangat Baik
8	0.316	Baik
9	0.525	Sangat Baik
10	0.352	Baik
11	0.287	Cukup
12	0.348	Baik
13	0.588	Sangat Baik
14	0.341	Baik
16	0.328	Baik
17	0.350	Baik
18	0.335	Baik
19	0.329	Baik
20	0.447	Sangat Baik
21	0.452	Sangat Baik
22	0.260	Cukup
23	0.650	Sangat Baik
24	0.380	Baik
25	0.399	Baik
26	0.311	Baik
27	0.450	Sangat Baik
28	0.364	Baik
29	0.580	Sangat Baik
30	0.340	Baik
31	0.367	Baik
33	0.360	Baik
34	0.293	Cukup
35	0.206	Cukup
37	0.296	Cukup
38	0.481	Sangat Baik
39	0.515	Sangat Baik
40	0.369	Baik

**Lampiran 19 Draf Akhir Instrumen Tes Berbasis HOTS****LEMBAR SOAL INSTRUMEN TES HOTS  
MENGUKUR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : X/Ganjil

Pokok Bahasan : Besaran dan Satuan

Waktu : 90 Menit

---

**PETUNJUK Pengerjaan Soal:**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal.
2. Periksa soal dan lembar jawab sebelum mengerjakan soal.
3. Setiap soal terdiri dari dua tingkat pertanyaan: tingkat pertama berupa soal pilihan ganda dan tingkat kedua berupa alasan dari jawaban anda.
4. Jawablah soal pilihan ganda dengan memberikan tanda (X) pada salah satu pilihan jawaban A,B,C,D atau E pada lembar jawab.
5. Beri tanda (X) pada salah satu pilihan A,B,C,D atau E pada lembar jawab untuk alasan dari jawaban pilihan ganda yang telah anda pilih.
6. Kerjakan semua soal yang tersedia pada lembar jawab.

7. Dilarang mencoret-coret lembar soal.
8. Dilarang mencontek dan bekerjasama dengan teman.
9. Kumpulkan lembar soal dan lembar jawab setelah selesai mengerjakan semua soal.

**Kerjakan soal-soal dibawah ini!**

1. Bacalah permasalahan brikut ini!

TEMPO.COM Petugas Dinas Perindustrian dan Perdagangan Jawa Tlmur menggelar tera ulang timbangan di kantor Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur, Selasa, 3 November 2015. Puluhan pedagang di Pasar Kamal dan pemi pemilik toko kelontong datang membawa timbangan mereka untuk diservis.

“Mayoritas timbangan yang dibawa tidak sesuai dengan standar nasional,” kata Dary, petugas tera dari Unit Pelaksana Tugas Bidang Kemetrologian Pamekasan Dinas Perindustrian dan Perdagangan Jawa Timur.

Menurut dia, ada banyak hal yang menyebabkan timbangan pedagang tidak sesuai dengan standar nasional, di antaranya cara pemakaian yang tidak tepat dan lain-lain. Tentu ada juga yang sengaja diakali. “Tapi mayoritas yang dibawa ke sini karena faktor alam, yaitu karatan, sehingga keseimbangan berubah melewati batas toleransi selisih sebesar 20

gram untuk timbangan 5 kilogram," ujarnya.

Berdasarkan permasalahan tersebut rumusan masalah dan jawaban yang mungkin yaitu....

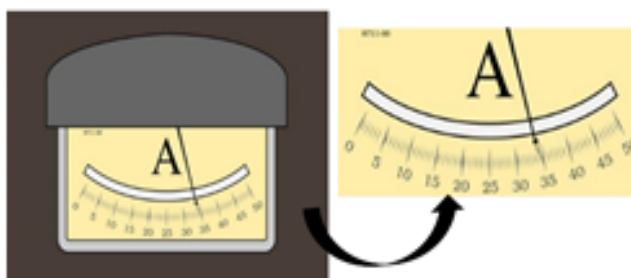
- A. Mengapa menyoritas timbangan tidak sesuai dengan standar nasional?
- B. Apakah faktor penyebab kesalahan pengukuran yang dilakukan penjual?
- C. Bagaimana cara melakukan perawatan pada timbangan?
- D. Apakah faktor penyebab kerusakan pada timbangan?
- E. Bagaimana cara perawatan timbangan dengan benar?

**Alasan:**

- A. Hal yang menyebabkan timbangan pedagang tidak sesuai dengan standar nasional, di antaranya cara pemakaian yang tidak tepat dan lain-lain
- B. Faktor penyebab kesalahan pengukuran berdasarkan permasalahan tersebut yaitu kesalahan sistematis. Kesalahan sistematis merupakan kesalahan yang disebabkan oleh alat yang digunakan dan atau lingkungan di sekitar alat yang memengaruhi kinerja alat. Misalnya, kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan

komponen alat atau kerusakan alat, kesalahan paralaks, perubahan suhu, dan kelembaban

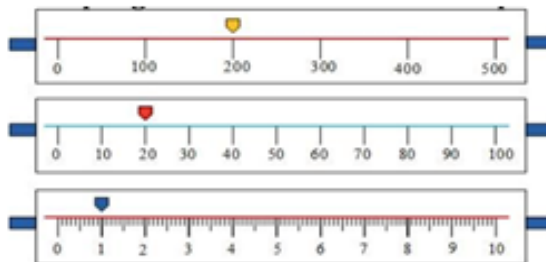
- C. Kesalahan umum adalah kesalahan yang disebabkan keterbatasan pada pengamat saat melakukan pengukuran. Kesalahan ini dapat disebabkan karena kesalahan membaca skala kecil, dan kekurangterampilan dalam menyusun dan memakai alat ukur.
- D. Penyebab kerusakan pada timbangan yaitu diakibatkan jarangya terpakai
- E. Perawatan timbangan yaitu timbangan seharusnya sering dibersihkan



2. Jika pada gambar diatas didapatkan batas ukur 4A, berapakah kuat arus listrik yang didapatkan oleh hasil pengukuran ampermeter tersebut?
- A. 2,8 A
  - B. 28 A
  - C. 3,5 A
  - D. 35 A
  - E. 5 A

**Alasan:**

- A. Kuat arus menunjukkan jumlah arus yang dibentuk
  - B. Kuat arus menunjukkan muatan arus air yang dihasilkan dalam bentuk listrik
  - C. Kuat arus menunjukkan muatan energi pada paralel
  - D. Kuat arus menunjukkan jumlah energi yang digunakan dan dihasilkan oleh genset dalam bentuk listrik
  - E. Kuat arus menunjukkan muatan energi yang diuraikan oleh genset dalam bentuk listrik
3. Berikut adalah hasil pengukuran massa benda dengan menggunakan neraca ohaus lengan tiga!



Berdasarkan gambar tersebut pertanyaan apa yang timbul?

- A. Berapa hasil dari berat massa yang diukur oleh neraca ohaus tersebut?

- B. Berapa panjang yang dapat diukur oleh neraca ohaus tersebut?
- C. Berapa hasil diameter oleh neraca ohaus tersebut?
- D. Berapa hasil dari tekanan yang diukur oleh neraca ohaus tersebut?
- E. Berapa hasil dari tinggi benda yang diukur oleh neraca ohaus tersebut?

**Alasan:**

- A. Hasil berat massa yaitu 220 gram dengan Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,02 gram
  - B. Hasil panjang yaitu 20 cm Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,2 gram
  - C. Hasil berat massa yaitu 22 gram Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,01 gram
  - D. Hasil berat massa yaitu 220 dengan Neraca ohaus memiliki ketelitian 0,1 gram
  - E. Hasil berat massa yaitu 221 gram Neraca ohaus memiliki ketelitian 1 gram
4. Massa kosong sebuah tangki adalah 3,67 kg. ketika diisi air sampai ketinggian tertentu, massanya menjadi 52,7 kg. Berdasarkan pernyataan tersebut manakah pertanyaan dan jawaban yang mungkin?
- A. Bagaimana air jika dimasukkan batu?



- B. Berapakah tinggi air tersebut?
- C. Apakah air tebut dingin?
- D. Berapakah massa air dalam tangki tersebut?
- E. Berapakah rata-rata air dalam tentu tersebut?

**Alasan:**

- A.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} - m_{\text{air}} = 39 \text{ kg}$
- B.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} + m_{\text{tangki+air}} = 47,2 \text{ kg}$
- C.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki+air}} - m_{\text{tangki}} = 49,0 \text{ kg}$
- D.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} + m_{\text{tair}} = 50 \text{ kg}$
- E.  $m_{\text{air}} = m_{\text{tangki}} = 51,5 \text{ kg}$

5. Tasya melakukan percobaan pengukuran percepatan gravitasi secara berulang sebanyak lima kali dan didapatkan hasil yaitu  $9,5 \text{ m/s}^2$ ;  $9,6 \text{ m/s}^2$ ;  $8,9 \text{ m/s}^2$ ;  $9,2 \text{ m/s}^2$ , dan  $10 \text{ m/s}^2$ . Berdasarkan pernyataan tersebut rumusan masalah yang tepat yaitu....

- A. Apakah alasan dilakukannya pengukuran berulang?
- B. Bagaimana prosedur pengukuran tidak berulang?
- C. Bagaimana perhitungan pengukuran langsung?
- D. Berapakah nilai perhitungan ke 10?
- E. Bagaimana dampak jika dilakukan pengukuran langsung?

**Alasan:**

- A. Pengukuran berulang karena alat rusak

- B. Pengukuran berulang karena ketidakpastian pengukuran lebih besar dari pengukuran tunggal
  - C. Pengukuran berulang karena pengukuran tunggal lebih teliti
  - D. Pengukuran berulang karena pengukuran tunggal lebih besar
  - E. Pengukuran berulang karena hasil pengukuran berulang lebih mendekati nilai yang sebenarnya
6. Hasil pengukuran tebal selembar kertas dengan menggunakan micrometer sekrup adalah sebagai berikut:
- (1) Skala utamanya menunjukkan 0,5 mm
  - (2) Skala noniusnya menunjukkan 15 mm

Tebal kertas tersebut adalah...

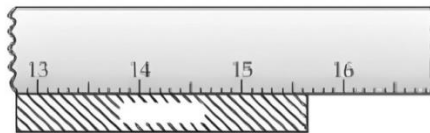
- A.  $(0,576 \pm 0,001)$  mm
- B.  $(0,599 \pm 0,001)$  mm
- C.  $(0,650 \pm 0,001)$  mm
- D.  $(0,665 \pm 0,001)$  mm
- E.  $(0,666 \pm 0,001)$  mm

**Alasan:**

- A. Poros tetap yaitu poros yang tertulis skala utama
- B. Poros tetap yaitu poros yang tertulis skala nonius
- C. Poros tetap yaitu poros yang tertulis porots putar
- D. Poros tetap yaitu poros yang tertulis skala kanan

E. Poros tetap yaitu poros yang tertulis jangka

7. Pada suatu kegiatan praktikum fisika. Rika, Aldo, Rizki, Bagas dan Ayu mendapatkan tugas mengukur panjang penghapus papan tulis menggunakan mistar. Diperoleh hasil berikut.



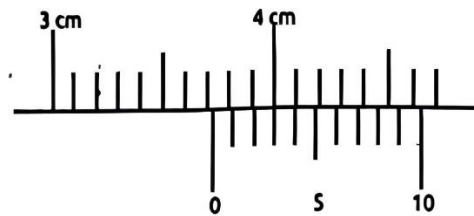
Rika mendapatkan hasil 15,6 cm, Aldo 15,62 cm, Rizki 15,65 cm sedangkan Ayu mendapatkan hasil 15,67 cm. berdasarkan hasil tersebut maka hasil pengukuran siapakah yang paling tepat?

- A. Hasil penulisan Rika
- B. Hasil penulisan Aldo
- C. Hasil penulisan Rizki
- D. Hasil penulisan Bagas
- E. Hasil penulisan Ayu

**Alasan:**

- A. Karena memiliki ketelitian 0,05 cm
- B. Karena memiliki ketelitian 0,05 mm
- C. Karena memiliki ketelitian 0,1 cm
- D. Karena memiliki ketelitian 0,01 mm
- E. Karena memiliki ketelitian 0,01 cm

8. Sebuah lubang peralon mempunyai diameter sebagai berikut.



Jika air dalam paralon tersebut mengalir dengan kecepatan 20 cm/s, air yang dikeluarkan oleh pipa melebihi 100 L dalam 10 menit. Benarkah pernyataan tersebut?

- A. Benar, karena debit air yaitu  $166,67 \text{ cm}^3/\text{s}$
- B. Salah, karena debit air yaitu  $166,67 \text{ cm}^3/\text{s}$
- C. Benar, karena debit air yaitu  $200,52 \text{ cm}^3/\text{s}$
- D. Benar, karena debit air yaitu  $200,52 \text{ cm}^3/\text{s}$
- E. Salah, karena debit air yaitu  $218,43 \text{ cm}^3/\text{s}$

**Alasan:**

- A.  $SU = 3,7 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- B.  $SU = 3,8 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- C.  $SU = 3,9 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- D.  $SU = 3,0 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$
- E.  $SU = 3,1 \text{ cm}$  ;  $SN = 3 \text{ cm}$

9. Pak Yanto membagi siswa menjadi 5 kelompok untuk menganalisis hasil pengukuran beberapa buah benda seperti pada table berikut ini.

Kelompok	Panjang	lebar	Luas
1	14,27 cm	21,345 cm	304,59315 cm <sup>2</sup>
2	14,625 cm	20,26 cm	296,3 cm <sup>2</sup>
3	19,547 cm	25,17 cm	491,998 cm <sup>2</sup>
4	24,93 cm	32,48 cm	809,7265 cm <sup>2</sup>
5	27,325 cm	34,224 cm	935,170 cm <sup>2</sup>

Penulisan benda yang sesuai dengan aturan angka penting adalah...

- Penulisan luas benda kelompok 1
- Penulisan luas benda kelompok 2
- Penulisan luas benda kelompok 3
- Penulisan luas benda kelompok 4
- Penulisan luas benda kelompok 5

**Alasan:**

- Jumlah angka penting paling banyak yang digunakan
- Jumlah angka penting paling sedikit yang digunakan
- Semua angka bukan nol adalah angka penting
- Angka hanya boleh memiliki 1 angka taksiran
- Jumlah angka penting sama dengan jumlah angka penting yang dioperasikan

10. Pernyataan “yang bukan merupakan cara-cara untuk memperkecil kesalahan sistematis pada pengukuran yaitu melakukan kalibrasi alat sebelum digunakan”

Jawaban dan argumen yang tepat untuk pernyataan diatas adalah...

- A. Salah, karena cara untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan percobaan cermin diruang yang gelap
- B. Salah, karena yang bukan cara untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan percobaan cermin diruang yang gelap
- C. Benar, karena cara untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan percobaan diruang tertutup
- D. Benar, karena yang bukan untuk memperkecil kesalahan yaitu memeriksa apakah alat masih normal atau tidak
- E. Salah, karena yang bukan untuk memperkecil kesalahan yaitu melakukan pengukuran berulang

**Alasan**

- A. Percobaan membutuhkan cahaya
- B. Percobaan harus diruang terbuka
- C. Percobaan tidak perlu dilakukan kalibrasi alat
- D. Percobaan tidak perlu dilakukan pengukuran berulang
- E. Percobaan tidak memerlukan cahaya

11. Dalam sebuah eksperimen, dua alat ukur yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda menunjukkan hasil yang berbeda secara konsisten. Alat pertama menunjukkan massa 10,0 g dengan ketidakpastian  $\pm 0,1$  g dan alat kedua menunjukkan massa 10,2 g dengan ketidakpastian  $\pm 0,05$  g. hasil mana yang lebih dapat dipercaya?

- A. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ )
- B. Alat pertama ( $10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ )
- C. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.02 \text{ g}$ )
- D. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.05 \text{ g}$ )
- E. Alat kedua ( $10.2 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ )

**Alasan:**

- A. Memiliki ketidakpastian yang lebih kecil, menunjukkan bahwa alat tersebut lebih presisi dan akurat
- B. Memiliki ketidakpastian yang lebih besar, menunjukkan bahwa alat tersebut lebih presisi dan akurat
- C. Mencerminkan ketidakpastian sesuai dengan skala terkecil alat ukur
- D. Alat ukur tetap akurat dan memberikan hasil yang tepat

- E. Ketidakpastian total dihitung dengan menggabungkan ketidakpastian masing-masing pengukuran

12. Perhatikan sebuah persamaan berikut ini!

$$F \cdot t = m \cdot v$$

Dimana  $F$  = gaya,  $t$  = waktu,  $m$  = massa, dan  $v$  = kecepatan.

Berdasarkan analisis dimensi, apakah persamaan tersebut benar!

- A. Salah, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- B. Benar, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- C. Salah, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- D. Benar, karena dimensi ruas kirinya sama dengan dimensi ruas kanan.
- E. Salah, karena karena dimensi ruas kirinya lebih besar dari dimensi ruas kanan.

**Alasan:**

- A. Ruas kiri:  $[LT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  $[M][LT^{-1}] = [MLT^{-1}]$
- B. Ruas kiri:  $[MLT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  $[M][T^{-1}] = [MLT^{-1}]$



- C. Ruas kiri:  $[MLT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  
 $[M][LT^{-1}] = [MLT^{-1}]$
- D. Ruas kiri:  $[MT^{-2}][T] = [MT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  
 $[M][L^{-1}] = [MLT^{-1}]$
- E. Ruas kiri:  $[MLT^{-2}][T] = [MLT^{-1}]$  dan Ruas kanan:  
 $[M][LT^{-1}] = [MLT^{-1}]$

13. Sebuah benda yang bergerak diperlambat dengan perlambatan  $a$  yang tetap dari kecepatan  $v_0$  dan menempuh jarak  $S$  maka akan berlaku hubungan  $v_0^2 = 2aS$ . Buktikan kebenaran persamaan itu dengan analisa dimensional!

- A.  $v_0^2 = 2aS$  benar secara analisis dimensional
- B.  $v_0^2 = 2aS$  salah secara analisis dimensional.
- C.  $v_0^2 = 2aS$  kurang benar secara analisis dimensional.
- D.  $2aS = 2aS$  benar secara analisis dimensional.
- E.  $v_0^2 = v_0^2$  benar secara analisis dimensional

Alasan:

- A.  $v_0^2 = ([L][T]^{-1})^3$                       D.  $v_0^2 = ([L][T]^{-2})^2$
- B.  $v_0^2 = ([L][T]^{-1})^4$                       E.  $v_0^2 = ([L][T])^2$
- C.  $v_0^2 = ([L][T]^{-1})^2$

14. Andi menemukan sebuah artikel di situs web yang mengklaim bahwa pengukuran jengkal tangan sama dengan pengukuran menggunakan mistar yaitu satu

jengkal 20 cm. Bagaimana anda mengevaluasi kredibilitas klaim ini?

- A. Klaim ini sangat mungkin benar karena ditulis oleh website ternama
- B. Klaim ini tidak dapat dipercaya karena tidak ada penelitian ilmiah yang mendukungnya
- C. Klaim ini mungkin benar karena banyak orang telah melaporkan manfaatnya
- D. Klaim ini tidak dapat dipercaya karena sumbernya tidak memiliki gelar doctor
- E. Klaim ini dapat di percaya karena bersumber dari jurnalis kesehatan

Alasan:

- A. Pengukuran jengkal tangan merupakan alat ukur baku, sebab diketahui bahwa satu jengkal setara dengan 20 cm
- B. Pengukuran jengkal tangan merupakan pengukuran tidak baku, sehingga pengukuran akan berbeda antara satu orang dengan yang lain
- C. Jengkal adalah pengukuran yang mengacu pada jarak antara ujung ibu jari dan ujung kelingking
- D. Jengkal tangan memberikan hasil yang berbeda jika pengukuran dilakukan oleh orang yang berbeda dan satuan baku memiliki sifat yang tidak tetap
- E. Jengkal merupakan satuan internasional

15. Riri melakukan pengukuran arus listrik yang melewati resistor diulang sebanyak 6 kali dengan hasil 12,8 mA, 12,2 mA, 12,5 mA, 13,1 mA, 12,9 mA, dan 12,4 mA. Berikut laporan hasil pengukuran tersebut!

i	$I_2$	$I_2^2$
1	12,7 mA	161,29 mA
2	12,3 mA	148,84 mA
3	12,5 mA	156,25 mA
4	13,2 mA	174,24 mA
5	12,9 mA	166,41 mA
6	12,4 mA	153,76 mA
	$\Sigma I_2 = 75,9$	$\Sigma I_2^2 = 960,79$

Tuliskan hasil pengukuran tersebut lengkapi dengan ketidakpastian mutlak dan relatifnya!

- A.  $(12,65 \pm 0,1) \text{ m}$   
B.  $(12 \pm 0,1) \text{ m}$   
C.  $(12,6 \pm 0,1) \text{ m}$   
D.  $(12,6 \pm 0,2) \text{ m}$   
E.  $(12,6 \pm 10) \text{ m}$

**Alasan:**

- A. KR = 1,1%                      D. KR = 1,7%
- B. KR = 1,3%                      E. KR = 1,8%
- C. KR = 1,4%

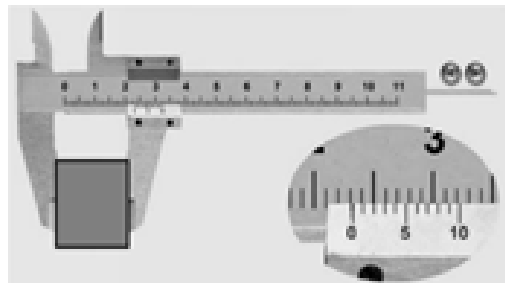
16. Hasil pengukuran yang dihasilkan dengan mistar adalah 9,85 cm, maka penulisan laporan hasil pengukuran yang benar adalah..

- A.  $(9,85 \pm 0,02)$  cm                      D.  $(9,85 \pm 0,01)$  cm  
 B.  $(9,85 \pm 0,03)$  cm                      E.  $(9,85 \pm 0,05)$  cm  
 C.  $(9,85 \pm 0,04)$  cm

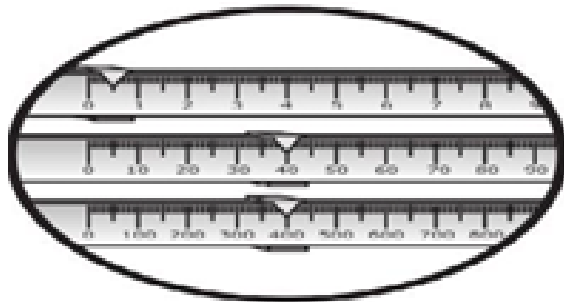
Alasan:

- A. Tingkat ketelitian mistar 0,02 mm atau 0,2 cm  
 B. Tingkat ketelitian mistar 0,5 mm atau 0,05 cm  
 C. Tingkat ketelitian mistar 0,05 mm atau 0,5 cm  
 D. Tingkat ketelitian mistar 0,1 mm atau 0,01 cm  
 E. Tingkat ketelitian mistar 0,01 mm atau 0,01 cm

17. Sekelompok peserta didik bermaksud mengukur massa jenis suatu bahan. Kubus dari bahan tersebut, Panjang sisinya diukur dengan jangka sorong dan dihasilkan pengukuran sebagai berikut.



Sedangkan massanya dihasilkan pengukuran sebagai berikut.



Massa jenis bahan kubus tersebut adalah ...

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| A. $17,65 \text{ g/cm}^3$  | D. $96,56 \text{ g/cm}^3$ |
| B. $17,94 \text{ g/cm}^3$  | E. $97,39 \text{ g/cm}^3$ |
| C. $35,276 \text{ g/cm}^3$ |                           |

Alasan:

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| A. $P = 12,487 \text{ cm}^3$ | D. $P = 15,697 \text{ cm}^3$ |
| B. $P = 13,567 \text{ cm}^3$ | E. $P = 16,488 \text{ cm}^3$ |
| C. $P = 14,787 \text{ cm}^3$ |                              |

18. Jika sebuah bola diikat dengan tali diputar horizontal, maka tangan kita harus menarik tali, tidak boleh kendur atau lepas. Artinya tangan kita mengerjakan gaya ( $F$ ) bola melalui tali. Seberapa besar gaya atau tarikan tangan kita, dapat diduga tergantung pada massa batu ( $m$ ), Panjang tali ( $l$ ) dan seberapa cepat berputar ( $v$ ). jadi bagaimana bentuk persamaan atau rumus yang menghubungkan  $F$ ,  $m$ ,  $l$  dan  $v$ ?

$$A. F = m \omega^2 l v^2 = \frac{m v l^2}{l}$$

$$D. F = m \omega v^2 l^2 = \frac{m v^2}{l}$$

$$B. F = m \omega^2 l v^2 = \frac{m v^2}{l}$$

$$E. F = m \omega v^2 l^2 = \frac{m v^2}{l}$$

$$C. F = m \omega^2 l v^2 = \frac{m l^2}{l}$$

Alasan:

$$A. M T^{-2} = M^a I^b (I T^{-1})^c = M^a I^{b+c} T^{-c}$$

$$B. M I T^{-2} = M^a I^b (I T^{-1})^c = M^a I^{b+c} T^{-c}$$

$$C. M I T^{-2} = M^a (I T^{-1})^c = M^a I^{b+c} T^{-c}$$

$$D. M I T^{-2} = M^a I^b (I T^{-1})^c = M^a I^{b+c} T^{-c}$$

$$E. M I T^{-2} = M^a I^b (I T^{-1})^c = M^a I^{b+c} T^{-c}$$

19. Hubungan antara volume ( $V$ ), tekanan ( $P$ ), suhu ( $T$ ), serta jumlah molekul atau partikel gas ( $n$ ) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :  $\frac{PV}{T} = nR$ , dimana  $R$  adalah tetapan gas umum. Rumus dimensi dari tetapan gas umum ( $R$ ) tersebut...

$$A. [MLTN^{-1}\theta^{-1}]$$

$$D. [M^2LTN^{-1}\theta^{-1}]$$

$$B. [ML^{-1}TN^{-1}\theta^{-1}]$$

$$E. [M^2L^{-2}T^{-1}N^{-1}\theta^{-1}]$$

$$C. [MLT^{-2}N^{-1}\theta^{-1}]$$

Alasan:

$$A. \frac{ML^2N^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$$

$$D. \frac{ML^2N^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$$

$$B. \frac{ML^2N^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$$

$$E. \frac{MN^{-2}\theta^{-1}}{\theta}$$

$$C. \frac{ML^{-1}T^{-2}L^3}{\theta}$$

20. Menurut Charles Coulomb, dua benda bermuatan yang erpisah sejauh jarak tertentu akan mengalami gaya tolak-menolak atau saya tarik-menarik yang besarnya dapat dinyatakan dengan persamaan  $F = \frac{kq^2}{r^2}$ . F adalah gaya tolak-menolak atau gaya tarik menarik, k adalah konstan Coulomb, q adalah muatan benda dan r adalah jarak kedua benda. Dari uraian tersebut maka dapat disimpulkan dimensi dari konstan Coulomb k adalah...

- A. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^3T^{-3}I$
- B. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^2T^{-3}I^{-1}$
- C. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^2T^{-4}I^{-1}$
- D. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^2T^{-4}I^{-2}$
- E. Dimensi dari konstan Coulomb k adalah  $ML^1T^{-3}I$

**Alasan:**

- A. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F =$

$$\frac{NM^2}{C^2}$$

- B. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F =$

$$\frac{VM^2}{C^2}$$

- C. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F =$

$$\frac{NM^2}{T^3}$$

- D. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F =$

$$\frac{NM^1}{I^2}$$

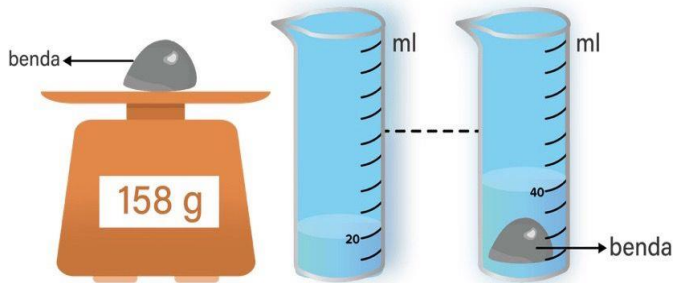
E. Satuan dimensi dari konstan Coulomb k yaitu  $F =$

$$\frac{NT^3}{C^2}$$

21. Seorang siswa melakukan percobaan untuk menentukan jenis logam yang dapat ditemukannya.

Logam	Massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
Aluminium	7.600 $\text{kg/m}^3$
Besi	7.900 $\text{kg/m}^3$
Tembaga	7.700 $\text{kg/m}^3$
perak	7.800 $\text{kg/m}^3$

Siswa tersebut mengukur massa dan volume dengan menggunakan alat seperti digambar berikut.



Berdasarkan hasil pengukuran massa dan volume benda, maka kesimpulan yang tepat adalah....

- A. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.800 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah perak



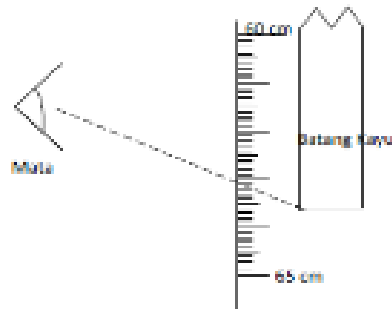
- B. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.900 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah besi
- C. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 40 ml menghasilkan massa jenis  $7.900 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah aluminium
- D. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.700 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah tembaga
- E. Berdasarkan hasil pengukuran massa benda 158 gram dan kenaikan volume air yaitu 20 ml menghasilkan massa jenis  $7.700 \text{ kg/m}^3$  maka jenis logam yang ditemukan adalah besi

**Alasan:**

- A. Massa jenis adalah perbandingan massa dengan gaya
- B. Massa jenis adalah perbandingan gaya dengan volume suatu zat
- C. Massa jenis adalah perbandingan volume suatu zat dengan tekanan
- D. Massa jenis adalah perbandingan massa dengan volume suatu zat

- E. Massa jenis adalah perbandingan tekanan dengan volume suatu zat

22. Perhatikan gambar di bawah ini!



Agung mengukur panjang sebatang kayu dengan menggunakan alat ukur mistar dan hasil pengukuran yang dilakukan Agung yaitu 63,2 cm. Namun, ternyata Agung melakukan penyimpangan dalam membaca alat ukur. Berapakah pembacaan alat ukur yang sebenarnya dan kesalahan sistematis apa yang dilakukan oleh Agung?

- A. 63,5 dan kesalahan titik nol
- B. 63,5 dan kesalahan paralaks
- C. 63,6 dan kesalahan paralaks
- D. 63,7 dan kesalahan acak
- E. 63,9 dan kesalahan kalibrasi

**Alasan:**

- A. Pengamat tidak tegak lurus
- B. Pengamat tegak lurus

- C. Pengamat melakukan pengukuran berulang
- D. Kesalahan alat ukur yang digunakan
- E. Kesalahan skala alat ukur

23. Sonif melakukan pengukuran tebal kaca preparat menggunakan mikrometer skrup sebanyak lima kali. Hasil pengukuran yang diperoleh dituliskan dalam tabel berikut.

Pengukuran ke-	Tebal kaca preparat
1	2,10 mm
2	2,13 mm
3	2,12 mm
4	2,10 mm
5	2,12 mm

Berdasarkan tabel data tersebut, kesimpulan yang sesuai adalah...

- A. Hasil pengukuran tebal kaca preparat yaitu 2,104 mm
- B. Rata-rata kaca preparat adalah 2,104
- C. Hasil pengukuran tebal kaca preparat memiliki ketelitian 99,88%
- D. Hasil pengukuran tebal kaca preparat memiliki ketidakpastian relatif 0,253%
- E. Hasil pengukuran tebal kaca preparat memiliki ketidakpastian 0,006 mm

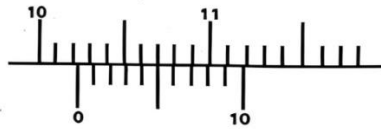
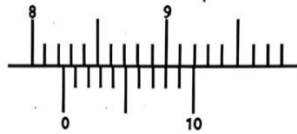
**Alasan:**

- A. Nilai ketidakpastian pada pengukuran berulang adalah perkiraan batas atau rentang kesalahan yang mungkin terjadi pada pengukuran tersebut
- B. Nilai ketidakpastian pada pengukuran langsung adalah perkiraan batas yang mungkin terjadi
- C. Nilai rata-rata pada pengukuran berulang adalah nilai tunggal yang menyatakan sekelompok data dalam perkiraan batas atau rentang kesalahan yang mungkin terjadi pada pengukuran tersebut
- D. Nilai Ketidakpastian relatif 0,1% berhak atas empat angka berarti
- E. Ketidakpastian relatif 0,01% berhak atas dua angka berarti

24. Perhatikan gambar berikut ini! Sebuah pabrik gelas menentukan standar ukuran sebagai berikut.

Ukuran	Diameter	Tinggi
Small	4,20 cm	6,20 cm
Medium	6,45 cm	8,75 cm
Large	8,25 cm	10,25 cm
Exstra large	10,75 cm	12,75 cm

Sebuah sampel gelas diukur apakah lolos *qualiti control* atau tidak. Gelas dikatakan lulus *qualiti control* jika diameter dan tinggi masuk minimal kategori *large*. Hasil pengukuran menggunakan jangka sorong ditunjukkan pada gambar berikut.

**Tinggi gelas****Diameter gelas**

Berdasarkan hasil pengukuran, pernyataan yang benar mengenai gelas tersebut adalah...

- A. Gelas lolos *qualiti control* dan masuk kategori *large*
- B. Gelas lolos *quality control* dan masuk kategori *extra large*
- C. Gelas lolos *qualiti control* meskipun diameter gelas lolos kategori *large*
- D. Gelas tidak lolos *qualiti control* meskipun tinggi gelas masuk kategori *large*
- E. Gelas tidak lolos *qualiti control* meskipun tinggi gelas masuk kategori *extra large*

**Alasan:**

- A. Diameter gelas yaitu 8,28 cm
- B. Diameter gelas yaitu 10,75 cm
- C. Tinggi gelas yaitu 11, 12 cm
- D. Tinggi gelas yaitu 12, 75 cm

E. Tinggi gelas yaitu 8,75 cm

25. Ayu melakukan percobaan hukum Ohm menggunakan sumber tegangan 9 v. percobaan tersebut dilakukan sebanyak 5 kali dan didapatkan hasil sebagai berikut.

Percobaan Ke-	Kuat Arus (A)	$X_i^2$
1	1,22	1,4884
2	1,23	1,5129
3	1,23	1,5129
4	1,24	1,5376
5	1,25	1,5625

Ayu melaporkan hasilnya  $(1,23 \pm 0,001)$  A. Benarkah pelaporan hasil yang dituliskan Ayu?

- A. Benar, yaitu  $(1,23 \pm 0,001)$  A
- B. Benar, yaitu  $(1,24 \pm 0,001)$  A
- C. Salah, yaitu  $(1,234 \pm 0,001)$  A
- D. Salah, yaitu  $(1,23 \pm 0,0051)$  A
- E. Salah, yaitu  $(1,234 \pm 0,0051)$  A

**Alasan:**

- A. Ketidakpastian relatif 0,03%
- B. Ketidakpastian relatif 0,04%
- C. Ketidakpastian relatif 0,05%
- D. Ketidakpastian relatif 0,06%
- E. Ketidakpastian relatif 0,07%

26. Mirna sedang mengukur kelereng dengan menggunakan mikrometer sekrup seperti pada tabel dibawah ini

No	Skala Utama (mm)	Skala Nonius (mm)	Hasil
1	4,8	0,36	4,87
2	6,0	0,42	6,40
3	7,2	0,48	7,70
4	5,5	0,34	5,84
5	5,9	0,25	6,10

Manakah yang benar dari hasil pengukuran yang dilakukan Mirna....

- |               |               |
|---------------|---------------|
| A. Baris ke-1 | D. Baris ke-4 |
| B. Baris ke-2 | E. Baris ke-5 |
| C. Baris ke-3 |               |

Alasan:

- A. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,1 mm
- B. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,2 mm
- C. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,3 mm
- D. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,4 mm
- E. Karena skala utama mempunyai skala terkecil 0,5 mm

27. Siswa kelas X melakukan pengukuran diameter bola biliar. Ukuran diameter standar bola biliar sebesar  $2\frac{1}{4}$  inci. Lima orang praktikan mencoba mengukur bola biliar yang sama. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam tabel berikut.

Praktikan	Diameter Bola (cm)
A	5,713
B	5,714
C	5,716
D	5,712
E	5,717

Berdasarkan hasil pengukuran kelima praktikan tersebut, praktikan yang melakukan pengukuran lebih teliti dari praktikan lainnya adalah...

- A. A dan B  
 B. A dan E  
 C. B dan C  
 D. C dan D  
 E. D dan E

**Alasan:**

- A. Diameter standar bola biliar 5,712 cm  
 B. Diameter standar bola biliar 5,713 cm  
 C. Diameter standar bola biliar 5,714 cm  
 D. Diameter standar bola biliar 5,715 cm  
 E. Diameter standar bola biliar 5,716 cm



28. Perhatikan timbangan berikut ini!



Agus mengatakan bahwa untuk menyeimbangkan neraca maka piring neraca sebelah kiri harus ditambahkan dengan massa 200 g. apakah pernyataan Agus tersebut benar....

- A. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 100 g
- B. Benar, karena penambahan 200 g sudah cukup
- C. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 400 g
- D. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 600 g
- E. Salah, massa tambahan yang dibutuhkan sebenarnya adalah 700 g

**Alasan:**

- A. Massa piring sebelah kanan harus sama dengan massa piring sebelah kiri
- B. Massa piring sebelah kanan harus lebih besar dari massa sebelah kiri
- C. Massa benda harus lebih besar agar seimbang

- D. Massa benda harus lebih kecil agar seimbang
- E. Massa piring sebelah kiri harus lebih besar dari massa benda

29. Dalam dunia pengukuran tentu tidak asing dengan bilangan desimal contohnya 0,00000000035. Penulisan tersebut tentunya tidak efektif kita memerlukan cara penulisan yang efektif. Seperti halnya bilangan desimal misalnya panjang suatu benda terukur 3,2 cm. Nilai panjang ini dapat ditulis 0,032 m atau 320 mm. Penulisan yang dimaksud dalam pernyataan tersebut dalam pengukuran sering disebut dengan istilah....

- A. Notasi ilmiah
- B. Akurasi
- C. Ketelitian
- D. Angka penting
- E. Kesalahan relatif

**Alasan:**

- A. Berisikan satuan angka yang terdiri atas angka taksiran dan angka pasti
- B. Penulisan nomor yang mengakomodasikan
- C. Presentase kesalahan mutlak terhadap nilai yang diharapkan
- D. Hasil pengukuran yang mendekati nilai sebenarnya
- E. Kedekatan hasil pengukuran yang diperoleh

30. Suhu gas didalam tabung tertutup mula-mula adalah  $79^{\circ}\text{C}$ . jika tekanan akhir pada tabung tertutup tersebut 5 kali lebih besar dari tekanan semula, maka suhu akhir gas tersebut sebesar....

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| A. $79^{\circ}\text{C}$  | D. $287^{\circ}\text{C}$ |
| B. $100^{\circ}\text{C}$ | E. $395^{\circ}\text{C}$ |
| C. $200^{\circ}\text{C}$ |                          |

Alasan:

- A. Pada volume tetap, tekanan gas sama dengan suhunya
- B. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan suhunya
- C. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya
- D. Pada volume tetap, tekanan gas lebih kecil dari suhunya
- E. Pada volume tetap, tekanan gas lebih besar dari suhunya

31. Suatu benda memiliki massa 5 kg dan dipengaruhi oleh gaya 20 N. berdasarkan hukum Newton, percepatan benda tersebut dapat dihitung dengan rumus  $F=m.a$ , dimana F adalah gaya, m adalah massa, dan a adalah percepatan. Apa yang mendasari perhitungan percepatan benda ini?

- A. Satuan gaya yang digunakan dalam perhitungan adalah satuan yang berbeda dari satuan massa
- B. Hukum Newton hanya berlaku pada benda yang bergerak dengan kecepatan tetap
- C. Percepatan benda selalu tetap, tidak terpengaruh oleh gaya yang diberikan
- D. Gaya yang bekerja pada benda tidak dipengaruhi oleh gesekan atau hambatan udara
- E. Massa benda selalu konstan sepanjang waktu

**Alasan:**

- A. Percepatan yang bekerja dengan massa tertentu akan menyebabkan gaya
  - B. Gaya yang bekerja pada benda dengan massa tertentu akan menyebabkan timbulnya percepatan
  - C. Massa yang bekerja dengan percepatan akan menimbulkan gaya
  - D. Gesekan yang terjadi akan menyebabkan percepatan
  - E. Gaya dengan gesekan akan menyebabkan percepatan
32. Siswa kelas X melakukan pengukuran diameter pada kayu bulat dengan menggunakan mistar dan jangka sorong. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan

hasil yang berbeda yaitu pada alat ukur mistar mendapatkan rata-rata diameter pangkal 5,50 dan diameter ujung 5,50 cm sedangkan jangka sorong rata-rata diameter pangkal 5,57 cm dan diameter ujung 5,57 cm. Siswa menyatakan bahwa hal tersebut dikarenakan tingkat ketelitian alat ukur yang berbeda dimana jangka sorong lebih teliti dibandingkan jangka sorong. Asumsi apa yang mendasari hal tersebut?

- A. Asumsi bahwa jangka sorong dapat mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam dan kedalaman suatu benda
- B. Asumsi bahwa jangka sorong dapat mengukur panjang dan garis lurus
- C. Asumsi bahwa jangka sorong dapat menimbang
- D. Asumsi bahwa mistar dapat mengukur panjang, diameter luar, diameter dalam dan kedalaman suatu benda
- E. Asumsi bahwa mistar lebih teliti dibanding jangka sorong

**Alasan:**

- A. Mistar memiliki ketelitian 0,1 mm dan jangka sorong 1 mm
- B. Mistar memiliki ketelitian 0,01 mm dan jangka sorong 1 mm

- C. Mistar memiliki ketelitian 1 mm dan jangka sorong 0,1 mm
- D. Mistar memiliki ketelitian 0,1 mm dan jangka sorong 0,1 mm
- E. Mistar memiliki ketelitian 1 mm dan jangka sorong 0,01 mm

33. Perhatikan gambar berikut ini!



Berdasarkan informasi bahwa bulan merupakan satelit alami bumi satu-satunya dan satelit terbesar kelima dalam tata surya, serta jarak rata-rata bumi ke bulan adalah 384.400.000 meter. Apa asumsi yang mendasari penggunaan aturan meter dalam pengukuran jarak ini?

- A. Satuan meter digunakan karena jaraknya lebih besar dari satuan panjang lainnya
- B. Satuan meter digunakan karena pengukuran ini sesuai dengan sistem Satuan Internasional
- C. Satuan meter digunakan karena lebih praktis daripada satuan lainnya

- D. Satuan meter digunakan untuk mengukur jarak hanya padaa skala yang lebih kecil
- E. Satuan meter digunakan karena sesuai dengan sistem pengukuran lokal

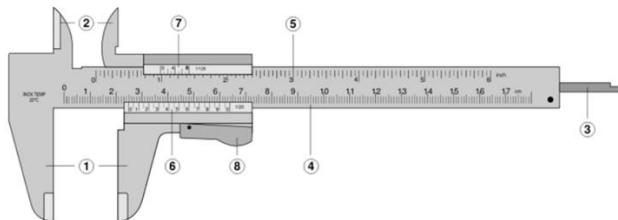
**Alasan:**

- A. Karena jaraknya besar maka menggunakan satuan meter
  - B. Karena satuan meter lebih jauh besar daripada satuan lainnya
  - C. Karena satuan meter lebih mudah dari satuan lain
  - D. Karna satuan meter digunakan untuk mengukur satuan panjang dalam Standar Internasional
  - E. Karena satuan meter banyak digunakan
34. Dalam pengukuran tentunya dapat terjadi kesalahan, salah satunya yaitu kesalahan kalibrasi alat. Kesalahan yang terjadi karena cara memberikan nilai skala pada saat pembuatan alat tidak tepat. Jika terjadi kesalahan kalibrasi solusi yang dapat dilakukan yaitu?
- A. Mengukur ulang
  - B. Mengkalibrasi ulang alat terhadap alat standar
  - C. Lebih fokus dalam mengukur
  - D. Pengambilan data secara bersamaan
  - E. Pengamat harus tegak lurus diatas jarum penunjuk/skal

**Alasan:**

- A. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan acak
- B. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalaham umum
- C. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan sistematik
- D. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan nol
- E. Karena kesalahan kalibrasi masuk kedalam kesalahan pandangan

35. Perhatikan gambar berikut ini



Jika seorang Agung ingin mengukur diameter dalam sebuah tabung reaksi, dan Bagas ingin mengukur kedalaman tabung Reaksi tersebut , maka posisi yang paling tepat tempat meletakkan tabung tersebut adalah....

- A. Agung meletakkan tabung di bagian 1 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 3



- B. Agung meletakkan tabung di bagian 2 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 3
- C. Agung meletakkan tabung di bagian 1 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 2
- D. Agung meletakkan tabung di bagian 2 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 3
- E. Agung meletakkan tabung di bagian 2 dan Bagas meletakkan tabung di bagian 1

**Alasan:**

- A. Agung menggunakan rahang bagas menggunakan rahang luar
  - B. Agung menggunakan rahang dalam, bagas menggunakan tungkai ukur
  - C. Agung menggunakan rahang dalam, bagas menggunakan rahang sorong bawah
  - D. Agung menggunakan rahang sorong bawah, bagas menggunakan rahang luar
  - E. Agung menggunakan tungkai ukur, bagas menggunakan rahang luar
36. Eka sedang melakukan pengukuran dengan jangka sorong, naum jangka sorong tidak bergeser pada saat pembacaan hasil ukur (sesuai prosedur penggunaan), apa yang perlu dilakukan eka?
- A. Menahan rahang jangka sorong dengan tangan

- B. Tidak menggerakkan rahang jangka sorong
- C. Memutar baut pengunci rahang jangka sorong
- D. Memposisikan jangka sorong pada meja
- E. Menjepit benda dengan kedua rahang jangka sorong

**Alasan :**

- A. Kesalahan sistematis
- B. Kesalahan acak
- C. Kesalahan kalibrasi
- D. kesalahan Paralaks
- E. kesalahan pengamat

37. Seorang peneliti mencatat suhu suatu reaksi kimia dengan termometer yang memiliki skala terkecil  $1^{\circ}\text{C}$ . Hasil pengukuran menunjukkan  $78^{\circ}\text{C}$ . Bagaimana sebaiknya peneliti mencatat hasil pengukuran ini?

- A.  $78 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$
- B.  $78 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- C.  $78 \pm 1^{\circ}\text{C}$
- D.  $78 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- E.  $78 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$

**Alasan :**

- A. Untuk mencerminkan ketidakpastian sesuai dengan skala terkecil alat ukur
- B. Untuk mencerminkan ketidakpastian sesuai dengan skala tersebut alat ukur
- C. Untuk mencerminkan angka penting
- D. Untuk mencerminkan notasi ilmiah
- E. Untuk memposisikan alat ukur

## Lampiran 20 Dokumentasi



**Wawancara dengan Guru Fisika SMA Negeri 1 Boja**



**penelitian Instrumen di kelas X MIPA 1**



**Penelitian Instrumen di kelas X MIPA 2**

**Lampiran 21 Riwayat Hidup****RIWAYAT HIDUP****Indentitas Diri**

1. Nama : Ayuni Liza Putri Hasibuan
2. TTL : Pasir Pengaraian, 17 Juni 2001
3. Alamat : Jl. Diponegoro Kampung Bukit RT 001/RW  
001, Kec. Rambah, Kab. Rokan Hulu, Riau
4. HP : 082288235409
5. Email : [ayunilizaputri@gmail.com](mailto:ayunilizaputri@gmail.com)

**Riwayat Pendidikan**

1. TK Negeri Persatuan, Rokan Hulu, Riau
2. SD Negeri 08 Rambah, Riau
3. SMP Negeri 1 Rambah, Riau
4. SMA Negeri 1 Rambah, Riau
5. Pendidikan Fisika Fak. Sains dan Teknologi UIN  
Walisono Semarang